



# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería de Sistemas Computacionales

“GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA  
AUTOSUSTENTABLE PARA EL SISTEMA DE  
ILUMINACIÓN DE UNA FAMILIA RURAL DE CAJAMARCA”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero de Sistemas Computacionales

Autor:

Richard Saul Ramos Gonzales

Asesor:

Ing. José Carlos Távara Carbajal

Cajamarca - Perú

2020

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis A DIOS, creador y sustentador de todo cuanto hay, A mis Padres Manuel Ramos y Orfelinda Gonzales, quienes inspiraron mi espíritu en teología, me dieron vida, educación, apoyo y consejos para la conclusión de esta tesis. A mis compañeros de estudio, a mis maestros y amigos, quienes sin su ayuda nunca hubiera podido hacer esta tesis. A todos ellos se los agradezco desde lo más profundo de mi alma. Para todos ellos hago esta dedicatoria.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por permitir darme inteligencia y sabiduría. Asimismo, agradezco al Ing. José Carlos Távara Carbajal, por brindarme sus enseñanzas durante todo este proceso de investigación; Además a mis padres y hermanos que siempre me apoyan.

## Tabla de contenidos

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>7</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>9</b>
1.1. Realidad problemática .....	9
1.2. Formulación del problema .....	19
1.3. Objetivos.....	19
1.4. Hipótesis .....	19
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA .....</b>	<b>20</b>
2.1. Tipo de investigación .....	20
2.2. Población y muestra.....	20
2.3. Técnicas e Instrumentos de recolección y análisis de datos .....	21
2.4. Procedimiento.....	22
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS .....</b>	<b>25</b>
Objetivo específico N° 1:.....	25
Objetivo específico N° 2:.....	29
Objetivo específico N° 3:.....	31
Objetivo general:.....	43
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>46</b>
4.1. Discusión .....	46
4.2. Conclusiones .....	49
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>51</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>53</b>
<b>ANEXO n° 1. Operacionalización de variables.....</b>	<b>53</b>
<b>ANEXO n° 2. Instrumentos de medición.....</b>	<b>54</b>
<b>ANEXO n° 3. Validación de Instrumentos .....</b>	<b>59</b>
<b>ANEXO n° 4. Confiabilidad del instrumento con Alpha de Cronbach .....</b>	<b>61</b>
<b>ANEXO n° 5. Esquema de investigación aplicada (pre experimental) .....</b>	<b>62</b>
<b>ANEXO n° 6. Metodología de investigación para el generador eléctrico .....</b>	<b>63</b>
<b>ANEXO n° 7. Desarrollo de la metodología de investigación para el generador eléctrico .....</b>	<b>65</b>
<b>ANEXO n° 8. Bases teóricas .....</b>	<b>71</b>

8.1.	Energía eléctrica.....	71
8.2.	Generador eléctrico.....	73
8.3.	Sistemas de iluminación .....	75

**ANEXO n° 9. Análisis de costos .....84**

9.1.	Costos de los materiales de producto .....	84
9.2.	Costo de desarrollo del producto.....	84
9.3.	Costo de implementación del producto .....	85
9.4.	Costo total de la investigación .....	85

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Departamentos del Perú con acceso a la E.E.....	11
Tabla 2 Pre Test - ¿Qué opinión tiene respecto a un generador eléctrico autosustentable para sistemas de iluminación?.....	26
Tabla 3 Pre Test - ¿Cuál de los siguientes aspectos le atraen del producto?.....	26
Tabla 4 Pre Test - Por favor ¿Díganos cuál es la razón por las que utilizaría el generador? .....	27
Tabla 5 Pre Test - En cuanto a los sistemas de iluminación ¿Cuál es el número total de lámparas que tiene en casa?.....	27
Tabla 6 Pre Test - ¿Qué tipo de lámparas o iluminación utilizas actualmente? .....	28
Tabla 7 Pre Test - ¿Cuántas horas suele estar encendida(s) diariamente? .....	28
Tabla 8 Pre Test - Respecto al consumo ¿Qué opción es mejor para Usted? .....	29
Tabla 9 Características de lámparas LED.....	30
Tabla 10 Post-Test ¿Cuál es su grado de satisfacción, la valoración que hace al generador?.....	32
Tabla 11 Post-Test ¿Cuál de los siguientes aspectos importantes tiene el generador eléctrico? .....	33
Tabla 12 Post Test - Por favor ¿Díganos cuál es su razón por las que utiliza el generador? .....	35
Tabla 13 Post Test - ¿Cuántas lámparas logra encender el generador eléctrico? .....	36
Tabla 14 Post Test - ¿Qué tipo de lámparas o iluminación utilizas actualmente?.....	38
Tabla 15 Post Test - ¿Cuántas horas diarias ilumina con 3 lámparas cuando la batería está con carga completa? .....	39
Tabla 16 Post Test - Respecto al consumo ¿Que opción es mejor para Usted? .....	41
Tabla 17 Variable independiente .....	53
Tabla 18 Variable dependiente .....	53
Tabla 19 Estadísticas de fiabilidad.....	61
Tabla 20 Análisis de materiales y características de un generador eléctrico .....	75
Tabla 21 Comparativo de fuentes luminosas.....	77
Tabla 22 Valores típicos de CRI para algunas lámparas .....	81
Tabla 23 Reflectancia de algunas superficies pintadas.....	82
Tabla 24 Costos de materiales del producto .....	84
Tabla 25 Costo de desarrollo del producto .....	84
Tabla 26 Costo de implementación del producto.....	85
Tabla 27 Costo total de la tesis .....	85

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Metodología de investigación en etapas .....	23
Figura 2. Post Test - Grado de satisfacción. ....	32
Figura 3. Pre Test - Opinión del generador eléctrico. ....	32
Figura 4. Post Test - Aspectos del producto. ....	34
Figura 5. Pre Test - Aspectos del producto.....	34
Figura 6. Post Test - ¿Por qué utiliza el generador?.....	35
Figura 7. Pre Test - ¿Por qué utilizaría el generador? .....	35
Figura 8. Post Test - Número de lámparas encendidas.....	37
Figura 9. Pre Test - Número de lámparas encendidas. ....	37
Figura 10. Post Test - Tipo de lámpara que utiliza actualmente. ....	38
Figura 11. Pre Test - Tipo de lámpara que utiliza actualmente.....	38
Figura 12. Post Test - Horas diarias en las que está encendido.....	40
Figura 13. Pre Test - Horas diarias en las que está encendido. ....	40
Figura 14. Post Test - Potencia e Iluminación. ....	41
Figura 15. Pre Test - Potencia e Iluminación.....	41
Figura 16. Comparación de PreTest y PostTest. ....	43
Figura 17. Pruebas de normalidad.....	44
Figura 18. Prueba T-Student.....	45
Figura 19. Alfa de Cronbach para medida interna. ....	61
Figura 20. Partes del prototipo.....	66
Figura 21. Multitester.....	67
Figura 22. Medición de voltaje .....	68
Figura 23. Diseño del circuito del inversor de corriente.....	68
Figura 24. Diseño del circuito del conversor de corriente. ....	69
Figura 25. Partes del prototipo.....	69
Figura 26. Diseño del prototipo. ....	70
Figura 27. Análisis de tarifas de electricidad en países de sud-américa. ....	73
Figura 28. Flujo luminoso. ....	78
Figura 29. Nivel de iluminación. ....	79
Figura 30. Temperatura de color de algunas fuentes luminosas. ....	81
Figura 31. Eficacia para algunas fuentes luminosas.....	83

## RESUMEN

Actualmente, en diferentes lugares de Cajamarca, especialmente en zonas alejadas de la ciudad, muchas de las familias aún no cuentan con energía eléctrica. En tal sentido, esta investigación tiene por finalidad generar energía eléctrica autosustentable para el sistema de iluminación de una familia rural de Cajamarca; para ello se implementó un prototipo generador durante 4 semanas en un hogar. Asimismo, la metodología para la investigación se divide en etapas desde definir el problema hasta la construcción de un prototipo funcional. Para analizar los resultados, se tomó una muestra de 5 personas conformadas por todos los miembros de la familia, a las cuales se le aplicó una encuesta para determinar el antes y después de la implementación; los resultados del pre test indica que el 100% de la familia utiliza como fuente de iluminación velas, por el contrario, en el post test, la familia utiliza el generador para encender 3 iluminarias durante 3 horas diarias. Al finalizar la investigación se puede concluir que se logró generar energía eléctrica autosustentable y mejorar de manera significativa el sistema de iluminación de una familia rural de Cajamarca. De esta manera la hipótesis planteada ha sido confirmada en su totalidad.

**Palabras clave:** Energía autosustentable, energía renovable, generador eléctrico, sistemas de iluminación, corriente continua y alterna.



## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

A nivel mundial y con el transcurrir de los años, en varios países se adoptan diversas formas de vivir, esto gracias a los distintos tipos de tecnologías que existen. Sin embargo, toda esta tecnología requiere de energía eléctrica para su funcionamiento. La energía eléctrica es vital en el desarrollo de cada país, y al explotar los recursos naturales para abastecer al mundo de energía sigue trayendo consecuencias negativas en nuestro medio ambiente. (Carmona, Ortega, & Sánchez, 2012)

En Perú, la situación previa a la privatización de empresas del servicio eléctrico sigue presentando serios problemas en lo referente al acceso limitado de energía y la baja calidad del mismo. Por consiguiente este recurso no llega a toda la población, ya sea por problemas económicos, sociales, geográficos, políticos, etcétera. Gran mayoría de familias que viven alrededor de las ciudades carecen de este servicio. En Cajamarca, la mayor parte de la población y en especial las zonas rurales no tienen el servicio eléctrico debido a que es muy poco rentable invertir en infraestructura adecuada a fin de garantizar el servicio. (Dammert, 2008)

En la localidad de Tres Molinos no tienen energía eléctrica, dentro de ellas se encuentra una familia que utiliza velas para el alumbrado en momentos que realizan sus actividades de la noche, como el de preparar sus alimentos, cenar, leer libros, entre otros.

Hay tecnologías con costes fijos muy altos (amortización de la inversión, parte fija del coste de operación y mantenimiento, etc.) pero con costes variables muy bajos. Estas tecnologías son las más adecuadas para producir un número de horas al año muy elevado. Por el contrario, hay tecnologías con costes fijos muy bajos, pero con costes

variables muy altos. Estas tecnologías son las más adecuadas para producir durante un número reducido de horas al año (aquellas en las que la demanda es más alta). Adicionalmente, una característica propia de la electricidad es la imposibilidad de almacenar energía en cantidades elevadas. Por ello, se debe producir en cada instante exactamente la energía que se demanda. Dada la volatilidad en el corto plazo de la demanda y de la producción con energías renovables, son necesarias tecnologías que puedan incrementar/reducir su producción muy rápidamente para poder seguir las variaciones de la demanda neta de la producción con energías renovables. (Arnedillo, 2016)

Hoy en día hay diversos métodos de cómo obtener dicha energía eléctrica, una de ellas es utilizando energías renovables (Energía solar, eólica, biomasa, energía geotérmica, energía hidroeléctrica, de hidrógeno, energía de los océanos y mucho más) que tienen un factor muy importante porque contribuyen al cuidado del medio ambiente. (Fernando, 2015)

Hernán (2015), menciona que la generación de energía eléctrica es todo dispositivo capaz de mantener una diferencia de potencial eléctrica entre dos de sus puntos llamados polos o terminales, transformando la energía mecánica en eléctrica. Aunque la corriente generada es corriente alterna, puede ser rectificada para obtener corriente continua. Al obtener energía, esta es utilizada especialmente en sistemas de iluminación, que definido por Villanueva (2018), es un conjunto de elementos que se diseña para proporcionar una visibilidad clara y los aspectos estéticos requeridos en un espacio y actividades definidas. Esto se realiza seleccionando las mejores luminarias y lámparas que proporcionan iluminación adecuado para cada tarea y se minimicen efectos de brillo directo y reflejado buscando en todos los casos optimizar el uso de energía y reducir el costo operativo.

Dentro de las terminologías que se utilizan en la presente investigación se habla de mejora significativa, entendiendo que mejora se refiere a la modificación de algo para hacerlo más eficiente, y significativa que tiene importancia por representar o significar algún valor. Basándolo en el tema, quiere decir que se modifica la forma en que una familia se ilumina, interviniendo la generación de energía eléctrica en el sistema de iluminación y de esta manera representar la importancia que tiene dicha mejora.

Por todo lo mencionado anteriormente, en esta tesis se demuestra la investigación y análisis de datos, que tiene como objetivo principal generar energía eléctrica autosustentable para el sistema de iluminación de una familia rural de Cajamarca.

A continuación, observamos el porcentaje de familias que tienen acceso a la energía eléctrica en Perú.

Tabla 1 *Departamentos del Perú con acceso a la E.E.*

ÁMBITO GEOGRÁFICO	ELECTRICIDAD
<b>Área de residencia</b>	
Urbano	98,3%
Rural	72,9%
<b>Departamento</b>	
Amazonas	70,8%
Áncash	94,7%
Apurímac	79,6%
Arequipa	97,2%
Ayacucho	86,5%
Cajamarca	71,1%
Cusco	88,8%

*Fuente.* Recuperado de INEI., 2015.

Analizando los porcentajes, podemos deducir que un 28.9% de familias cajamarquinas no cuentan con el recurso de energía eléctrica.

Respecto a los antecedentes, la última década se ha caracterizado por enfocarse en estudios e investigaciones de nuevas tecnologías de cómo obtener energía eléctrica, y dentro de ellos destacan las energías renovables que nos proporciona el medio ambiente. Empezamos viendo las investigaciones que se hicieron en diferentes países. Caraballo y García (2017), en el artículo “Energías renovables y desarrollo económico. Un análisis para España y las grandes economías europeas” analizan técnicas en la relación a largo plazo del consumo de energías renovables y no renovables con el desarrollo económico y la contaminación en el periodo 1980-2010. Tras un proceso de selección de variables, para España se ha utilizado el Producto Interno Bruto (PIB) y la Formación Bruta de Capital; para medir el crecimiento, el Índice de desarrollo humano y el capital social; las emisiones de CO<sub>2</sub> para la contaminación; el consumo de energía renovable en el sistema eléctrico y el consumo de petróleo para el consumo de energía renovable y no renovable, respectivamente. En segundo lugar, compararon los resultados obtenidos para la economía española con las cuatro economías más grandes de la Unión Europea: Alemania, Francia, Italia y Reino Unido. El modelo de crecimiento de los países analizados, estimula el consumo de energía no renovable, pero no el de las renovables. Esto apunta hacia la necesidad de diseñar políticas que estimulen la sustitución de energía no renovable por renovable.

Aportando a energías renovables, Batlle (2014) en el artículo “Análisis del impacto del incremento de la generación de energía renovable no convencional en los sistemas eléctricos latinoamericanos” realiza un análisis de herramientas y metodologías de evaluación del futuro de la operación, planificación y expansión. Mencionan ciertos recursos técnicos que pueden ayudar a los actores del sector eléctrico a responder de manera adecuada a los patrones propios de la generación intermitente. Entre estos

recursos se pueden citar los sistemas de bombeo hidroeléctrico con capacidad de almacenamiento, la flexibilidad de las centrales, las mejoras en la predicción de recursos variables como el eólico y solar y, en el futuro relativamente próximo, el almacenamiento de energía por baterías y los vehículos eléctricos. Como resultado, tanto la necesidad de servicios complementarios como el costo de operar el sistema serían menores aprovechando al mismo tiempo los beneficios de las energías renovables no convencionales del lado económico y especialmente medioambiental.

Roldan et al (2016), en el desarrollo de la investigación “Desarrollo de una máquina eólica de doble turbina de eje vertical para la generación de energía en un auto eléctrico” presentaron los resultados del desarrollo e integración a un vehículo eléctrico de un prototipo de máquina eólica conformada por dos turbinas de eje vertical tipo Savonius soportadas en los extremos de sus ejes sobre un bastidor y un sistema de piñones, que además de mantenerlas sincronizadas, actúan como elevador de revoluciones para hacer funcionar un generador eléctrico y así extraer corriente eléctrica de ellas. La máquina eólica se instaló en la parte frontal de un prototipo de auto eléctrico diseñado especialmente; así, mientras el auto está en movimiento, el viento que golpea su parte frontal hace girar las turbinas generando corriente eléctrica; se recolectaron datos como velocidad, revoluciones de las turbinas, voltajes y amperaje para realizar el respectivo análisis y conocer el rendimiento del nuevo sistema eólico propuesto.

Una investigación muy interesante respecto a generación de energías eléctricas nos proporciona Córdoba (2013), en el desarrollo de la tesis “generación de energía eléctrica renovable aprovechando el peso de vehículos en tránsito” propone una forma de generación de energía alternativa para la sustentación del alumbrado en alguna carretera, de esta manera apoyar a las que ya existen, mediante un sistema mecánico

(tope piezoeléctrico) que proporcione una energía renovable. Este sistema se pondrá debajo del suelo en una avenida concurrida y que, debido al peso aplicado por la circulación de autos, mueva una serie de alternadores que generan energía y será almacenada, ya sea para la alimentación de un lugar comercial, habitaciones, etc. El resultado de sus análisis arrojó que se puede producir una potencia en watts suficiente para alimentar 13,2kWh por cada conjunto de alternadores por tope piezoeléctrico, de tal modo que es aceptable dicha generación.

Asimismo, Rivero (2015), en el artículo “Ingenieros mexicanos y energía autosustentable” dio a conocer un proyecto llamado “Sistema de generación eléctrica (EGS)” de la empresa Energy Generating System cuyos ingenieros mexicanos, desarrollaron en un dispositivo parecido a un frigobar en tamaño, un generador de energía eléctrica que no hace ruido y es capaz de producir la suficiente energía eléctrica para abastecer una casa sin la intervención de elementos de origen natural como agua o condiciones atmosféricas como luz solar o aire, y tampoco depende de recursos fósiles como gas, petróleo, gasolina, carbón, etc. Este generador funciona por el movimiento que se provoca cuando dos fuerzas del mismo polo se repelen. Dicho movimiento, hace que giren las piezas provocando un movimiento constante que, adicionado a la ruptura de los principios de la ley de la fuerza y la potencia, permiten generar de manera continua energía eléctrica limpia las 24 horas durante los 365 días del año; un gran aporte al medio ambiente y también a la sociedad.

Otra alternativa demuestra Carmona et al (2012), en la tesis “Generación de energía eléctrica por pedaleo” desarrollan otra alternativa de obtener energía limpia que consistió en diseñar un dispositivo para bicicletas que aprovechara la energía que se genera en el pedaleo para cargar pequeños aparatos electrónicos, como teléfonos celulares, reproductores de música (MP3), iPods, así como alimentar las luces

delanteras y parte posterior de la bicicleta. Obtuvieron resultados muy apegados a los alcances de su tesis, además de lograr un diseño diferente de los que se encuentran en el mercado, aportando una nueva propuesta para la generación de energía eléctrica de manera sustentable.

Aportando a estudios de energía eléctrica; Benalcázar e Hinojosa (2015), en la investigación “Auditoría energética y diseño para la implementación de un generador eléctrico a combustión interna con transferencia automática para el GAD Municipal del cantón Otavalo” detallan la metodología empleada en la aplicación de una auditoría energética eléctrica en el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Otavalo, con el propósito de ratificar o rectificar el sistema eléctrico instalado, mediante inspecciones visuales, instalación de analizadores de energía, recopilación de datos, medición de parámetros eléctricos, interpretación de resultados; propuestas y recomendaciones dirigidas al cambio del sistema de iluminación, calidad de la energía eléctrica y por sobre todo, generar conciencia sobre el uso racional y eficiente de la misma. Además, diseñaron la futura implementación de un centro de generación eléctrica de emergencia; a través del levantamiento de carga eléctrica instalada en el municipio, requerimientos propios de la entidad, tipo de servicio al cual va a ser sometido el grupo electrógeno y cálculos de rigor. Finalmente, el proyecto se complementó con el diseño de una extensión de red trifásica, montaje de transformador y acometida eléctrica; con el objetivo de centralizar el suministro eléctrico en un solo punto, esta parte del proyecto se la realizó basándose en las guías de diseño y construcción eléctrica establecidas y apegadas a normativas del Estado ecuatoriano; hechos aunados que contribuyen a la reconstrucción de sistemas eléctricos eficientes en instituciones públicas.

Por su parte, Cruz et al (2013), en el artículo “Aplicación electrónica para el ahorro de energía eléctrica utilizando una energía alternativa” presentaron un sistema orientado a disminuir el consumo de energía eléctrica entregada por la red eléctrica convencional, a través del aprovechamiento de la energía solar fotovoltaica, en ello propusieron el diseño de un sistema de transferencia electrónica que facilitaría el uso de la energía eléctrica DC proveniente del panel solar, suprimiendo de esta manera, la utilización del inversor de voltaje, comúnmente usado en este tipo de aplicaciones y que eleva el costo de utilización de la energía solar. Para esta aplicación utilizaron dispositivos tales como sensor de corriente, regulador y rectificador de corriente. Los resultados obtenidos fue que lograron realizar todo el sistema con funciones automáticas, los dispositivos detectaban la energía del panel solar y determinaban su paso de energía a la carga de baterías para posteriormente ser utilizado con bombillas ahorradoras.

Labollita (2008), en el proyecto “Diseño de generadores eléctricos de muy alta velocidad de giro” detalla el proceso de diseño de un generador eléctrico apto para funcionar eficientemente a alta velocidad, impulsado por un turbo-eje portátil, para ello utilizó el concepto de flujo axial. En el diseño mecánico de su prototipo consideró la capacidad de refrigeración y la forma de montaje particular del conjunto, buscando la simplicidad de sus partes. En donde utilizó imanes permanentes de Neodimio-Hierro-Boro como fuente magnética, además generó una herramienta de cálculo que permitió estimar los parámetros eléctricos del prototipo y optimizar su geometría. Finalmente, los resultados del prototipo se caracterizaron en el rendimiento y comportamiento en un rango de 2.000rpm a 30.000rpm de velocidad y la tensión estimada de carga fue de 237V con rendimiento eléctrico de 95%.

Hernández et al (2010), en la investigación “Energías alternativas para la electrificación rural en los países en desarrollo” analizan la situación actual de la



electrificación rural en los países en desarrollo, tomando en cuenta la importancia del suministro de energía como papel fundamental en el proceso de desarrollo. Concluyeron que, dentro de las causales del desarrollo de las energías alternativas, se encuentran los millones de personas en el mundo sin acceso a la electricidad. Además, el costo que implica la extensión de la red hacia las comunidades rurales alejadas, las energías renovables surgen como la mejor opción para lograr la electrificación rural. Respecto al apoyo hacia las energías alternativas, se destaca la cooperación internacional hacia los países en desarrollo. Desde la promoción de proyectos para implementar la electricidad, hasta apoyos para obtener beneficios económicos y sociales derivados de la energía eléctrica. Así, la convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático (CMNUCC) establece el MDL, un mecanismo que ofrece beneficios financieros a los proyectos que se relacionan con el clima, promoviendo las actividades como la electrificación rural a través de tecnologías de energía renovable.

En nuestro país, Gamio (2017), en el artículo “Matriz energética en el Perú y energías renovables” menciona que, frente a todo el panorama de crisis ambiental, el Perú enfrenta actualmente, problemas de fortaleza institucional que limitan su posibilidad de respuesta y gestión eficiente frente a la contaminación y deterioro creciente de sus ecosistemas. En este artículo se examina la situación que atraviesa el país en cuanto al excesivo uso de energías contaminantes (mayormente basadas en hidrocarburos), así como la problemática de un cambio gradual a energías más limpias y renovables que nos permitan hacer frente al cambio climático. Asimismo, se plantea la necesidad de políticas públicas para promover el desarrollo sostenible y sano del país, pues problemas de gobernabilidad y falta de institucionalidad dificultan su ejecución. Se

analiza, además, el gran potencial de las energías renovables como la eólica y la geotermia, entre otras.

Asimismo, Quispe (2011), en la investigación “Proyecto sustentable generador eléctrico” describe el desarrollo de un generador de energía eléctrica que consiste en transformar alguna clase de energía química, mecánica, térmica o luminosa, entre otras, en energía eléctrica. Su objetivo principal fue la construcción de un generador eléctrico aprovechando la presión del agua de las turbinas en los hogares, este producto la energía del agua para mover las turbinas mediante la masa del agua que pasa por el interior de un recipiente plástico, de esta manera logró transformar la energía, la potencia del agua en energía mecánica, y a través de un alternador, transformar la energía mecánica en energía eléctrica.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cómo se puede generar energía eléctrica autosustentable para el sistema de iluminación de una familia rural de Cajamarca?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

Generar energía eléctrica autosustentable para el sistema de iluminación de una familia rural de Cajamarca.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Analizar los datos de la prueba aplicada antes de implementar el generador eléctrico.
- Implementar el generador eléctrico en la casa de una familia rural de Cajamarca.
- Analizar los datos de la prueba aplicada después de implementar el generador eléctrico.

## **1.4. Hipótesis**

La generación de energía eléctrica autosustentable mejora de manera significativa el sistema de iluminación de una familia rural de Cajamarca.

## **CAPÍTULO II. METODOLOGÍA**

### **2.1. Tipo de investigación**

#### **2.1.1. Según el propósito**

Esta investigación es de tipo aplicada, puesto que está destinada a encontrar una solución gracias a la generación de conocimientos con aplicación directa a los problemas de la sociedad.

#### **2.1.2. Según el diseño de investigación**

Es Pre-Experimental

Diseño de pre prueba – post prueba

A un grupo se le aplica una prueba previa al estímulo o tratamiento experimental, después se le administra el tratamiento y finalmente se le aplica una prueba posterior al tratamiento. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010)

Para el esquema de investigación aplicada (Ver ANEXO nº 5)

### **2.2. Población y muestra**

La población y muestra están determinados por una sola familia rural de la ciudad de Cajamarca, debido a que en la tesis se desarrolla un solo prototipo funcional. En dicha familia habitan 5 personas, cifra significativa para realizar la evaluación del pre y post test de la investigación.

### **2.3. Técnicas e Instrumentos de recolección y análisis de datos**

Las técnicas e instrumentos utilizados para la recolección y análisis de datos son las siguientes:

- Ficha de observación, exclusivamente para el prototipo generador, en donde se detallan todos los avances y sucesos que ocurran desde un inicio hasta finalizar con pruebas correspondientes.
- Encuesta, Permite evaluar la funcionalidad del prototipo en el campo de acción. Esta encuesta es aplicada a todos los miembros de la familia antes y después de la implementación del producto.
- Ficha técnica, en cual permite evaluar criterios técnicos y características del prototipo, dicha evaluación es llevada a cabo por un profesional.
- Medidas de consistencia interna (Alpha de Cronbach) en el software IBM SPSS Statistics versión 23, que permite cargar información recaudada y hacer un análisis de confiabilidad de datos.

Para corroborar dichos instrumentos (Ver ANEXO n° 2)

#### **Interpretación del Alpha de Cronbach**

El resultado del Alpha de Cronbach es de 0.778, valor mayor a 0.7 el cual determina que el instrumento tiene una confiabilidad aceptable (Ver ANEXO n° 4)

#### **Validez de instrumento**

Para estimar la validez de contenido de los instrumentos se trabajó con el método de jueces expertos, a partir de su análisis se determinó que el contenido de los ítems era representativo de cada variable. El instrumento “encuesta” fue evaluado por el Ing.

Paul Omar Cueva Araujo, mientras que la “ficha técnica” fue evaluado por el Ing. José Carlos Távara Carbajal. Para corroborar cierta validez y sugerencias de los expertos (Ver ANEXO n° 3)

## 2.4. Procedimiento

Después de haber culminado la investigación y las bases teóricas, se procedió al desarrollo de un generador eléctrico autosustentable; además de la aplicación del instrumento que permita medir el antes y después de implementar el prototipo generador. Este instrumento es la encuesta, que se aplicó a todos los miembros de la familia, permitiendo de esta manera, obtener datos importantes para su análisis y comparación de resultados (Ver ANEXO n° 2)

El cuestionario constó de 7 preguntas las cuales están divididas en dos partes, tanto para evaluar los indicadores de la primera variable y la segunda variable. Las preguntas 1, 2, y 3 están enfocadas en recoger datos respecto al generador para medir tanto su funcionamiento y lo importante y necesario que es tenerlo en una casa rural; las siguientes y últimas preguntas se centran en el sistema de iluminación, tales como saber el tipo y horas de iluminación con la que cuenta la familia en su hogar.

La metodología que se utilizó para la investigación se divide en etapas que consta de diversas actividades desde definir el problema hasta la construcción de un prototipo funcional (Abraham, 2012).

En la siguiente *Figura 1* se presenta el resumen de actividades realizadas en la metodología para desarrollar el generador eléctrico autosustentable. Para más detalle (Ver ANEXO n° 6)

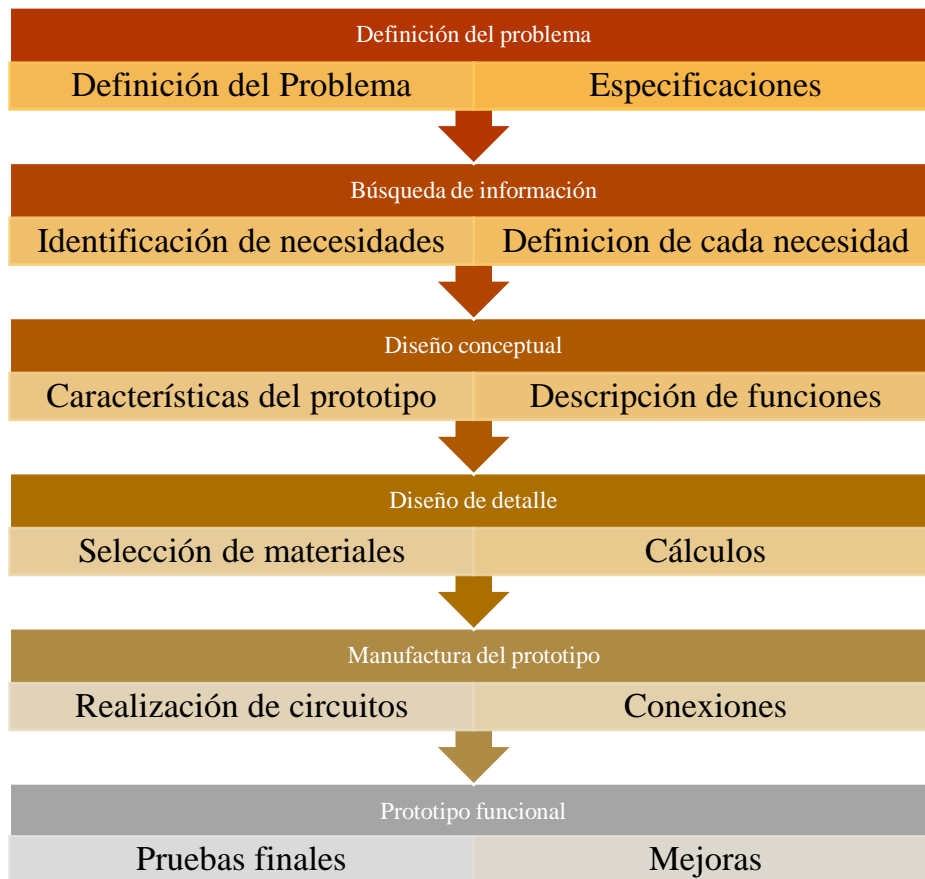


Figura 1. Metodología de investigación en etapas

Para la evaluación del prototipo generador eléctrico autosustentable se utilizó el instrumento ficha técnica que permite evaluar características con valores desde lo más bajo que corresponde a 1 y el valor más alto correspondiente a 5, los criterios fueron los siguientes:

- Potencia eficiente para instalar 3 bombillas.
- Voltaje constante 220V
- Portabilidad (Facilidad de llevar a cualquier lugar)
- Disminución de ruido y vibración
- Capacidad de trabajar en ambientes fríos.
- Refrigeración del circuito
- Usabilidad (Facilidad de uso)

- Capacidad de trabajar en ambientes cálidos

El prototipo fue puesto a prueba durante 4 semanas con frecuencia diaria en el hogar de la familia rural, este tiempo fue basado en las pruebas que determinó el Proyecto SDP-007/2018 “Servicio de desarrollo y prueba de prototipos de cocinas limpias con calefacción integrada” de “Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación” (NAMA)- Generación de energía y su uso final en el Perú, En donde indica para la evaluación de campo, realizar pruebas de generación durante un mes continuo del prototipo. Teniendo como sustento dicho ejemplo, de igual manera se puso a prueba durante este tiempo para poder verificar su correcto funcionamiento y además poder realizar una correcta validación del producto. Cabe resaltar además que, de acuerdo al funcionamiento del prototipo durante ese tiempo, ayudó a analizar con mayor exactitud los resultados que los miembros de la familia respondieron en la encuesta del post test. Finalmente, todos los resultados obtenidos fueron analizados mediante tablas y diagrama de barras en donde indican el cálculo porcentual por cada ítem o pregunta concerniente a la encuesta del pre y post test. Estos resultados fueron procesados mediante el Software IBM SPSS Statistic versión 23, para verificar la normalidad y aplicar la prueba de T-Student para muestras relacionadas. De esta manera los resultados se contrastaron con la hipótesis planteada.



### **CAPÍTULO III. RESULTADOS**

Este capítulo tiene el propósito de presentar el proceso que conduce a la demostración de los objetivos e hipótesis planteados al inicio de esta tesis a través de los instrumentos utilizados; uno de ellos es la encuesta, apoyada en un cuestionario por 7 ítems de tipo abanico, es decir, las respuestas consistieron en una serie de alternativas, entre las cuales el encuestado escogió la que creyó conveniente; se procedió a la interpretación y análisis de cada uno de los ítems.

Se debe considerar que los datos tienen su significado únicamente en función de las interpretaciones que les da el investigador, ya que de nada servirá abundante información si no se somete a un adecuado tratamiento analítico. (Balestrini, 2003) Por lo tanto, se procedió a representar de manera general el análisis porcentual de los resultados obtenidos; para ello se emplearon diagramas de barras y tablas; la técnica que se utilizó, se basó en el cálculo porcentual de cada ítem.

#### **Objetivo específico N° 1:**

**Analizar los datos de la prueba aplicada antes de implementar el generador eléctrico.**

A continuación, se muestran los resultados de los datos obtenidos de la encuesta aplicada a los 5 miembros de la familia rural antes de implementar el prototipo generador eléctrico.

#### **PRE-TEST**

**Pregunta N° 1 ¿Qué opinión tiene respecto a un generador eléctrico autosustentable para sistemas de iluminación?**

Tabla 2 *Pre Test - ¿Qué opinión tiene respecto a un generador eléctrico autosustentable para sistemas de iluminación?*

		Frecuenci a	Porcentaj e	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válid o	Muy interesante	3	60,0	60,0	60,0
	Interesante	2	40,0	40,0	100,0
	Total	5	100,0	100,0	

**Análisis del resultado:** La mayoría optó en responder escogiendo entre las dos primeras opciones que son: “Muy interesante” con un porcentaje mayor que corresponde a 60%, mientras que el 40% fue la alternativa “Interesante”. Estas respuestas demuestran que el generador eléctrico tiene aprobación para que pueda ser utilizado por la familia para su sistema de iluminación.

## Pregunta N° 2 ¿Cuál de los siguientes aspectos le atraen del producto?

Tabla 3 *Pre Test - ¿Cuál de los siguientes aspectos le atraen del producto?*

		Frecuenci a	Porcentaj e	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válid o	Potencia	2	40,0	40,0	40,0
	Funcionalida d	1	20,0	20,0	60,0
	Voltaje	2	40,0	40,0	100,0
	Total	5	100,0	100,0	

**Análisis del resultado:** Estos resultados están enfocados en todos los indicadores de la variable independiente “generación de energía eléctrica”. Los datos reflejan que un 40% respondió “Potencia”, por otra parte, el 20% respondió “Funcionalidad” y finalmente el 40% “Voltaje”, esto indica que el producto debe tener estos dos principales aspectos potencia y voltaje.

**Pregunta N° 3 Por favor ¿Díganos cuál es la razón por las que utilizaría el generador?**

Tabla 4 *Pre Test - Por favor ¿Díganos cuál es la razón por las que utilizaría el generador?*

		Frecuenci a	Porcentaj e	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válid o	Para iluminarias	4	80,0	80,0	80,0
	Otros	1	20,0	20,0	100,0
	Total	5	100,0	100,0	

**Análisis del resultado:** En lo que respecta a este enunciado, el 80% claramente se nota que respondió “Para iluminarias” debido a que más adelante piensan utilizar algún tipo de lámpara para que mejore la iluminación.

**Pregunta N° 4 En cuanto a los sistemas de iluminación ¿Cuál es el número total de lámparas que tiene en casa?**

Tabla 5 *Pre Test - En cuanto a los sistemas de iluminación ¿Cuál es el número total de lámparas que tiene en casa?*

		Frecuenci a	Porcentaj e	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válid o	0	3	60,0	60,0	60,0
	1	2	40,0	40,0	100,0
	Tota l	5	100,0	100,0	

**Análisis del resultado:** En este resultado vemos que el 60% responden que no cuentan con ninguna lámpara, y un 40% responde si tiene al menos una lámpara; deducimos si

es que cuentan con alguna lámpara debe ser de la iluminación de su celular ya que verificando la situación y el lugar en donde ellos se encuentran no hay energía eléctrica.

### Pregunta N° 5 ¿Qué tipo de lámparas o iluminación utilizas actualmente?

Tabla 6 *Pre Test* - ¿Qué tipo de lámparas o iluminación utilizas actualmente?

		Frecuenci a	Porcentaj e	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válid o	Vela s	5	100,0	100,0	100,0

**Análisis del resultado:** El 100% responde que utiliza como fuente de iluminación velas que comúnmente se utiliza en zonas rurales, este resultado está basado en el indicador “tipos de lámparas” de la variable dependiente “Sistema de iluminación”

### Pregunta N° 6 ¿Cuántas horas suele estar encendida(s) diariamente?

Tabla 7 *Pre Test* - ¿Cuántas horas suele estar encendida(s) diariamente?

		Frecuenci a	Porcentaj e	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válid o	2	2	40,0	40,0	40,0
	3	3	60,0	60,0	100,0
	Tota l	5	100,0	100,0	

**Análisis del resultado:** Los resultados reflejan que el 40% respondió que su fuente de iluminación lo tiene encendido 2 horas diariamente, mientras que el 60% durante 3 horas. Cabe resaltar que las horas son aproximadas y sumadas en el tiempo que realizan sus actividades de la noche, tales como el de preparar sus alimentos, cenar, entre otros. Estos resultados están basados en el indicador “horas de iluminación” de la variable dependiente “Sistema de iluminación”

### Pregunta N° 7 Respecto al consumo ¿Qué opinión es mejor para Usted?

Tabla 8 Pre Test - Respecto al consumo ¿Qué opción es mejor para Usted?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje	Porcentaje
		a	e	válido	acumulado
Válido	Baja potencia y alta iluminación	4	80,0	80,0	80,0
	Baja potencia y baja iluminación	1	20,0	20,0	100,0
	Total	5	100,0	100,0	

**Análisis del resultado:** En este último resultado del pre test refleja que 80% prefiere una “baja potencia y alta iluminación”; y solo un 20% respondió “baja potencia y baja iluminación”, la baja potencia se debe a que ellos no tienen artefactos electrónicos o eléctricos tales como una plancha, refrigerador o un televisor.

Se concluye teniendo en cuenta que esta familia muestra interés respecto a la generación de energía eléctrica.

### Objetivo específico N° 2:

#### **Implementar el generador eléctrico en la casa de una familia rural de Cajamarca.**

Después de haber sido desarrollado y evaluado el correcto funcionamiento del generador teniendo en cuenta sus criterios técnicos (Ver ANEXO n° 2 – Ficha técnica y evaluación del prototipo) se implementó en una casa hogar de una familia de la localidad de Tres Molinos; se instaló 3 lámparas LED, una en la parte de la entrada de la casa y dos en sus respectivas habitaciones.

Los resultados obtenidos son:

- En primer lugar, el puntaje obtenido en la evaluación del prototipo es 37, siendo el máximo puntaje 40, esto indica que el generador en todas sus características tiene el 93% de funcionamiento. Esto indicó que con normalidad se podría implementar en una casa y analizar los datos de los resultados.
- La familia utilizó el generador para iluminar las 3 lámparas entre 2 a 3 horas cada noche.
- Las 3 lámparas no son utilizadas en su totalidad en un mismo instante, puesto que en ocasiones utilizan solo una lámpara para alumbrarse mientras cenan.
- Durante el día, el panel solar carga la batería en un tiempo aproximado de 8 horas.

El generador eléctrico antes de ser implementado fue probado con diferentes lámparas tales como alógenas, lámparas ahorradoras y lámparas de tipo LED; dando mejores resultados con las lámparas LED.

Veamos en la siguiente tabla, las características de las lámparas con las cuales se realizaron las pruebas de campo.

Tabla 9 *Características de lámparas LED*

<b>Tipo de lámpara</b>	<b>Voltaje de entrada</b>	<b>Potencia</b>	<b>Marca</b>
LED	90-265V	13W	FSL
LED	220-240V	12W	Laiting
LED	220-240V	12W	Philips

**Objetivo específico N° 3:**

**Analizar los datos de la prueba aplicada después de implementar el generador eléctrico.**

Las siguientes tablas y gráficos son los resultados de la encuesta aplicada a los miembros de la familia después de implementar el generador eléctrico durante 4 semanas desde el 7 de Junio del 2018 hasta el 30 de Junio del 2018.

Para una mejor comprensión de los datos obtenidos, a continuación, se realiza una comparación entre Pre Test y el Post Test.

### Comparación entre el pre y post test de la pregunta N° 1 ¿Cuál es su grado de satisfacción, la valoración que hace al generador?

Tabla 10 *Post-Test ¿Cuál es su grado de satisfacción, la valoración que hace al generador?*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Excelente	1	20,0	20,0	20,0
	Muy bueno	3	60,0	60,0	80,0
	Bueno	1	20,0	20,0	100,0
	Total	5	100,0	100,0	



Figura 2. Post Test - Grado de satisfacción.

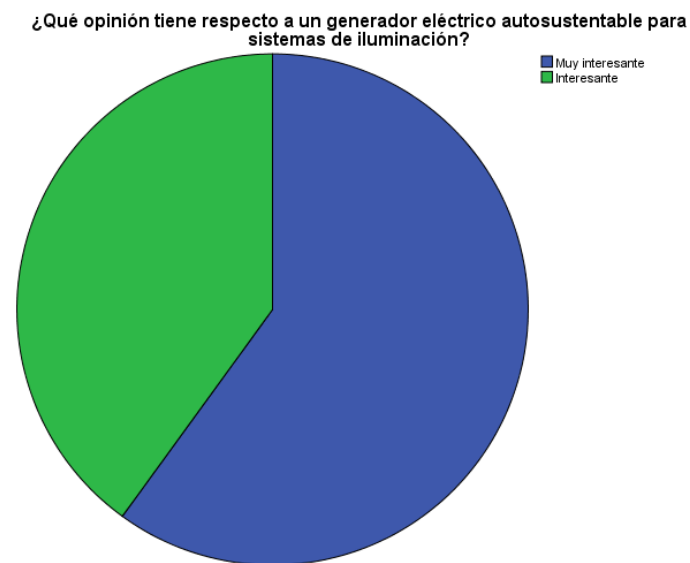


Figura 3. Pre Test - Opinión del generador eléctrico.



**Análisis del resultado:** El 20% respondió “Excelente”, el 60% respondió “Muy bueno” y un 20% “Bueno”, Deducimos que el prototipo generador eléctrico tiene una muy buena valoración, además, sí cumple con las expectativas que en un principio dieron los participantes, de que el producto es muy interesante. Estos datos están basados en el indicador “% de aprobación del producto” de la variable independiente “generación de energía eléctrica autosustentable” Al sumar los porcentajes que son positivos y favorables para el producto (Excelente, muy bueno y bueno), verificamos que prácticamente en un 100 % el generador ha sido aceptado.

### Comparación entre el pre y post test de la pregunta N° 2 ¿Cuál de los siguientes aspectos importantes tiene el generador eléctrico?

Tabla 11 *Post-Test ¿Cuál de los siguientes aspectos importantes tiene el generador eléctrico?*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Potencia	3	60,0	60,0	60,0
	Funcionalidad	1	20,0	20,0	80,0
	Voltaje	1	20,0	20,0	100,0
	Total	5	100,0	100,0	

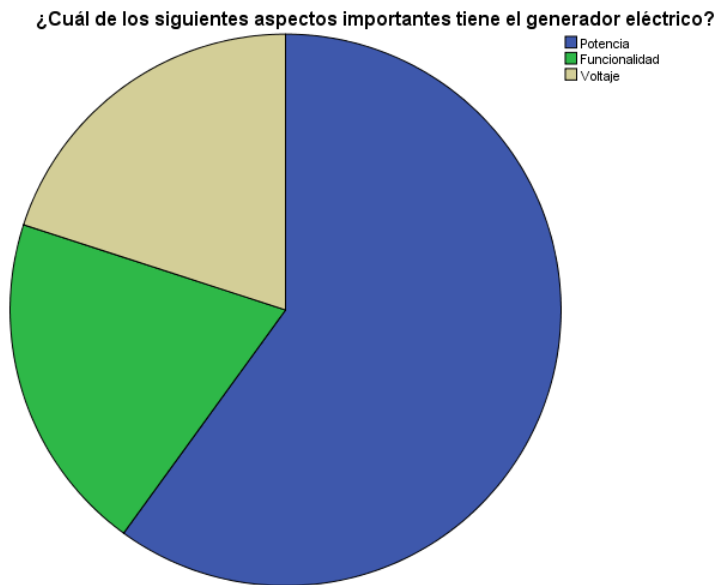


Figura 4. Post Test - Aspectos del producto.

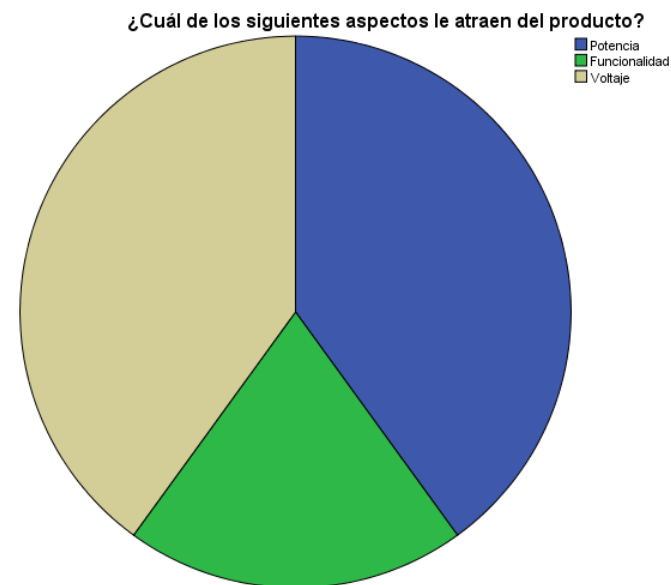


Figura 5. Pre Test - Aspectos del producto.

**Análisis del resultado:** Los resultados reflejan que el 60% respondió que el aspecto más importante que tiene el generador es la “potencia”, al igual que en la Figura 5, lo que le atrae más al encuestado es la “potencia”. Esto quiere decir que con total normalidad puede encender 3 iluminarias.

### Comparación entre el pre y post test de la pregunta N° 3 Por favor ¿Díganos cuál es su razón por las que utiliza el generador?

Tabla 12 *Post Test - Por favor ¿Díganos cuál es su razón por las que utiliza el generador?*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Para iluminarias	4	80,0	80,0	80,0
	Otros	1	20,0	20,0	100,0
	Total	5	100,0	100,0	

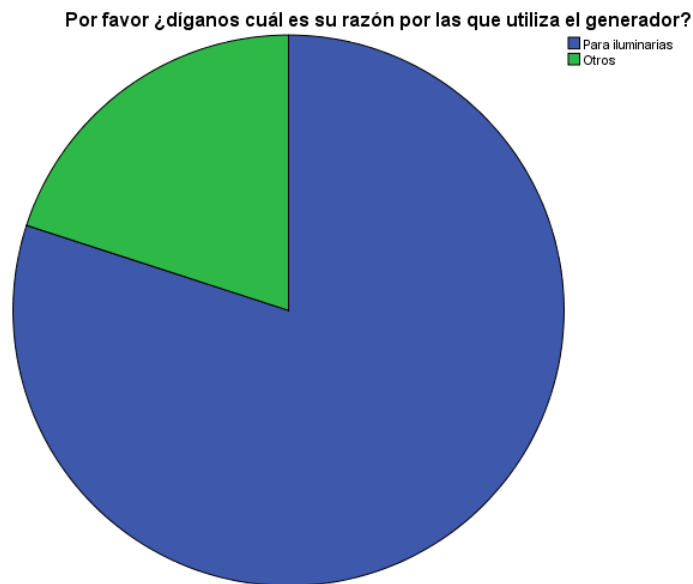


Figura 6. Post Test - ¿Por qué utiliza el generador?

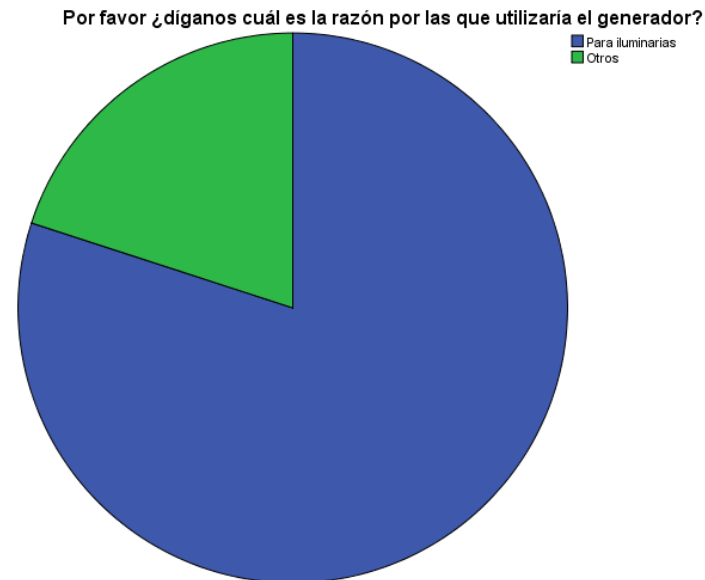


Figura 7. Pre Test - ¿Por qué utilizaría el generador?

**Análisis del resultado:** No hay ninguna diferencia entre el pre y post test, puesto que el 80% respondieron que el generador se utiliza para las iluminarias, este resultado cumple las expectativas que anteriormente los encuestados tuvieron, afirmando de esta manera que efectivamente el generador eléctrico autosustentable es especialmente para sistemas de iluminación.

#### **Comparación entre el pre y post test de la pregunta N° 4 ¿Cuántas lámparas logra encender el generador eléctrico?**

Tabla 13 *Post Test - ¿Cuántas lámparas logra encender el generador eléctrico?*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	3	4	80,0	80,0	80,0
	4	1	20,0	20,0	100,0
	Total	5	100,0	100,0	

¿Cuántas lámparas logra encender el generador eléctrico?

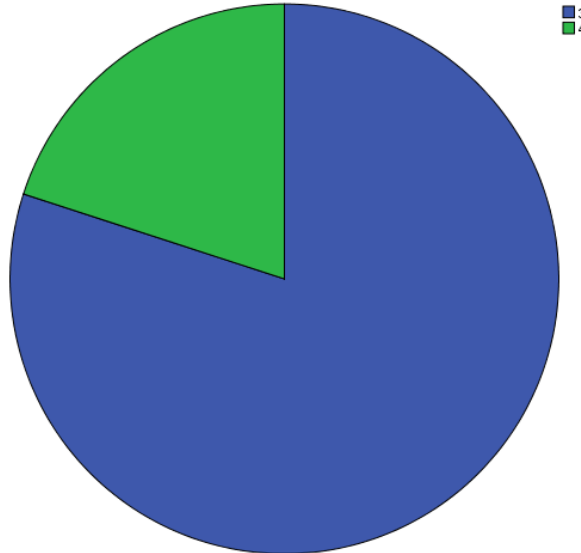


Figura 8. Post Test - Número de lámparas encendidas.

En cuanto a los sistemas de iluminación ¿Cuál es el número total de lámparas que tiene en casa?

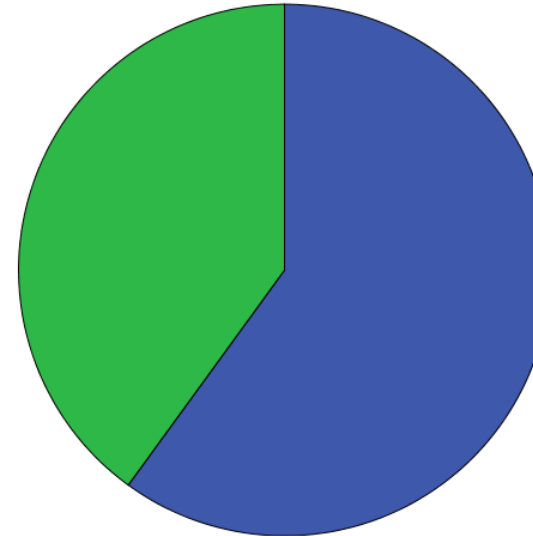


Figura 9. Pre Test - Número de lámparas encendidas.

**Análisis del resultado:** Estos resultados obtenidos están centrados en el indicador “Número de luminarias encendidas” de la variable “Generación de energía eléctrica autosustentable” con lo que concierne a la potencia que el prototipo puede alcanzar. Los datos muestran que el 80% respondieron que el generador logra encender 3 lámparas y el 20% 4 lámparas, al comparar con pre test, nos damos cuenta que anteriormente no tenían lámparas que puedan iluminar más tiempo a una buena claridad de luz. Esto es una mejora significativa.

### Comparación entre el pre y post test de la pregunta N° 5 ¿Qué tipo de lámparas o iluminación utilizas actualmente?

Tabla 14 *Post Test* - ¿Qué tipo de lámparas o iluminación utilizas actualmente?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	LED	5	100,0	100,0	100,0

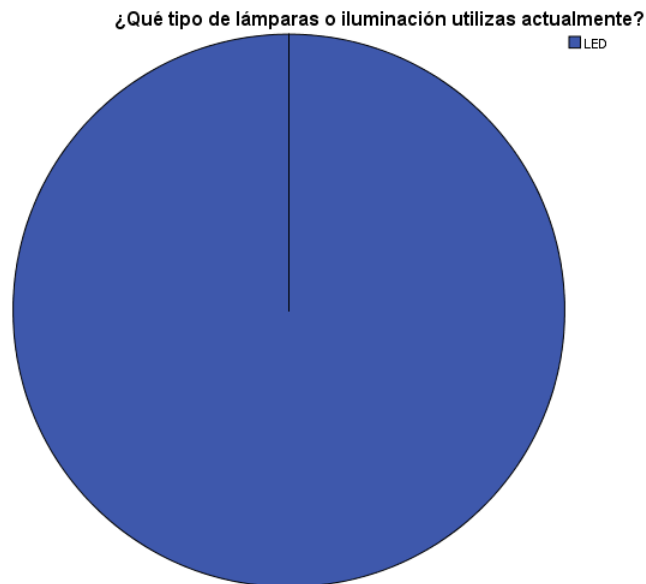


Figura 10. Post Test - Tipo de lámpara que utiliza actualmente.

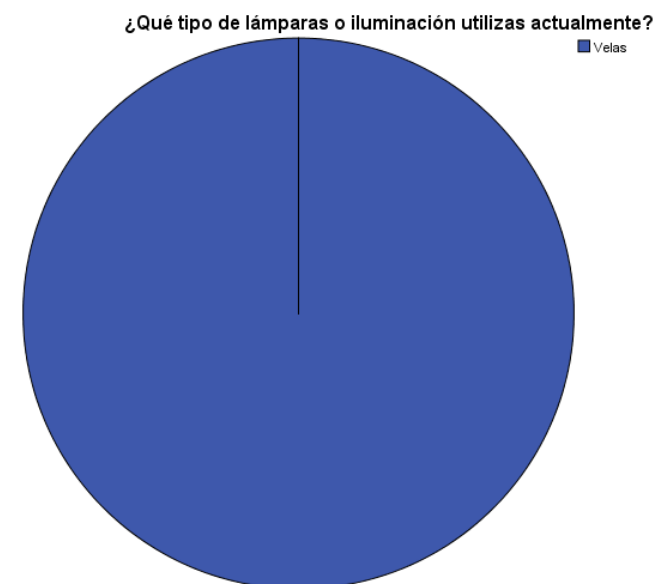


Figura 11. Pre Test - Tipo de lámpara que utiliza actualmente.

**Análisis del resultado:** Estos resultados están enfocados en el indicador “Tipos de lámparas” de la variable dependiente “Sistema de iluminación”.

Hay una diferencia total del antes y después de implementar el prototipo generador. El resultado muestra que el 100% respondieron que utiliza lámparas LED. Vemos que se ha logrado mejorar su sistema de iluminación de la familia rural de Cajamarca porque ellos antes utilizaban velas para iluminarse, recurso que no alumbra lo suficiente para tener una buena visión nocturna, pero después de implementar el generador se refleja la mejora significativa que hubo y además la satisfacción de todos los miembros de la familia.

### Comparación entre el pre y post test de la pregunta N° 6 ¿Cuántas horas diarias ilumina con 3 lámparas cuando la batería está con carga completa?

Tabla 15 *Post Test* - ¿Cuántas horas diarias ilumina con 3 lámparas cuando la batería está con carga completa?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	3	4	80,0	80,0	80,0
	4	1	20,0	20,0	100,0
	Total	5	100,0	100,0	

¿Cuántas horas diarias ilumina con 3 lámparas cuando la batería está con carga completa?

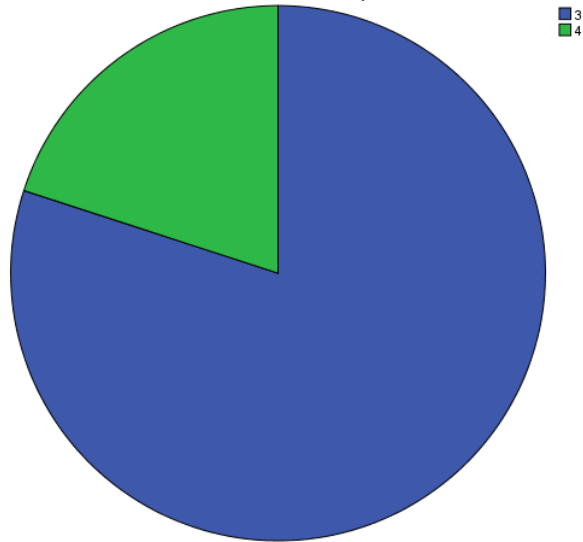


Figura 12. Post Test - Horas diarias en las que está encendido.

¿Cuántas horas suele estar encendida(s) diariamente?

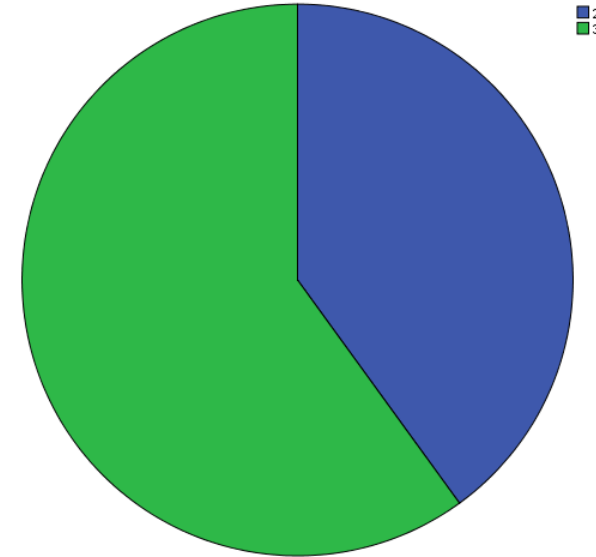


Figura 13. Pre Test - Horas diarias en las que está encendido.

**Análisis del resultado:** El 80% respondió que con 3 lámparas ilumina durante 3 horas diarias, y un 20% respondió 4 horas. Vemos que, si satisface las horas que en el pre test se demostró, incluso hasta pueden tener una hora más de iluminación. Este resultado está enfocado en el indicador “Horas de iluminación” de la variable dependiente “Sistema de iluminación”



### Comparación entre el pre y post test de la pregunta N° 7 Respecto al consumo ¿Que opción es mejor para Usted?

Tabla 16 *Post Test - Respecto al consumo ¿Que opción es mejor para Usted?*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Baja potencia y alta iluminación	5	100,0	100,0	100,0

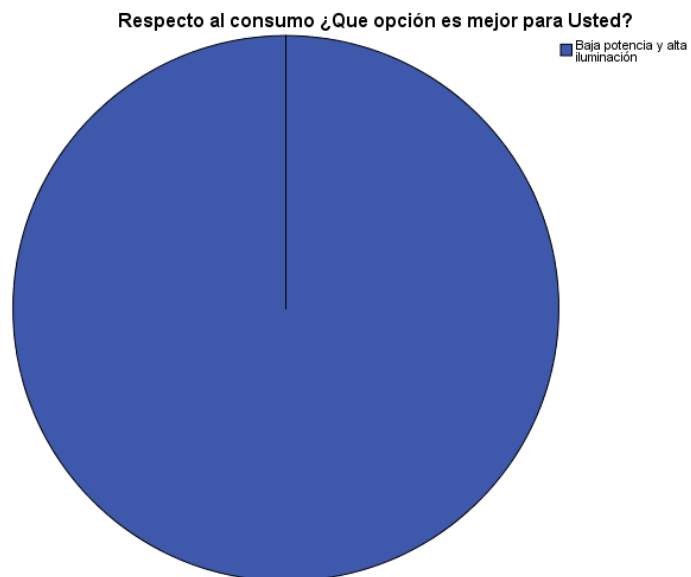


Figura 14. Post Test - Potencia e Iluminación.

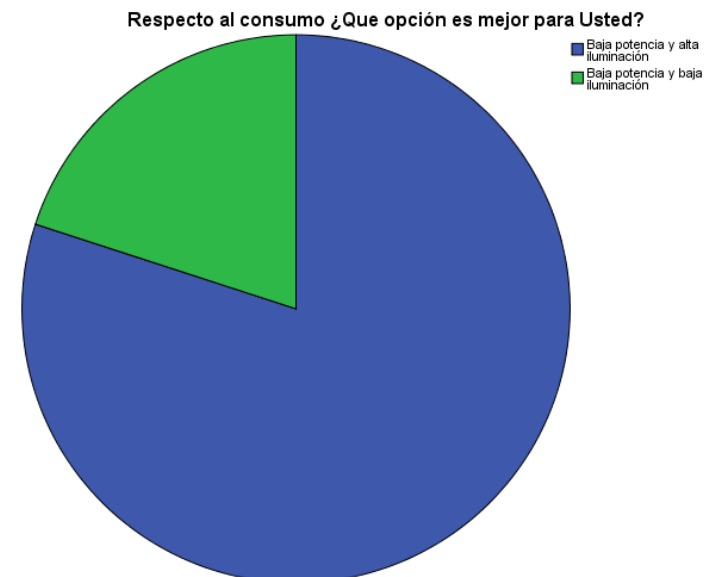


Figura 15. Pre Test - Potencia e Iluminación.

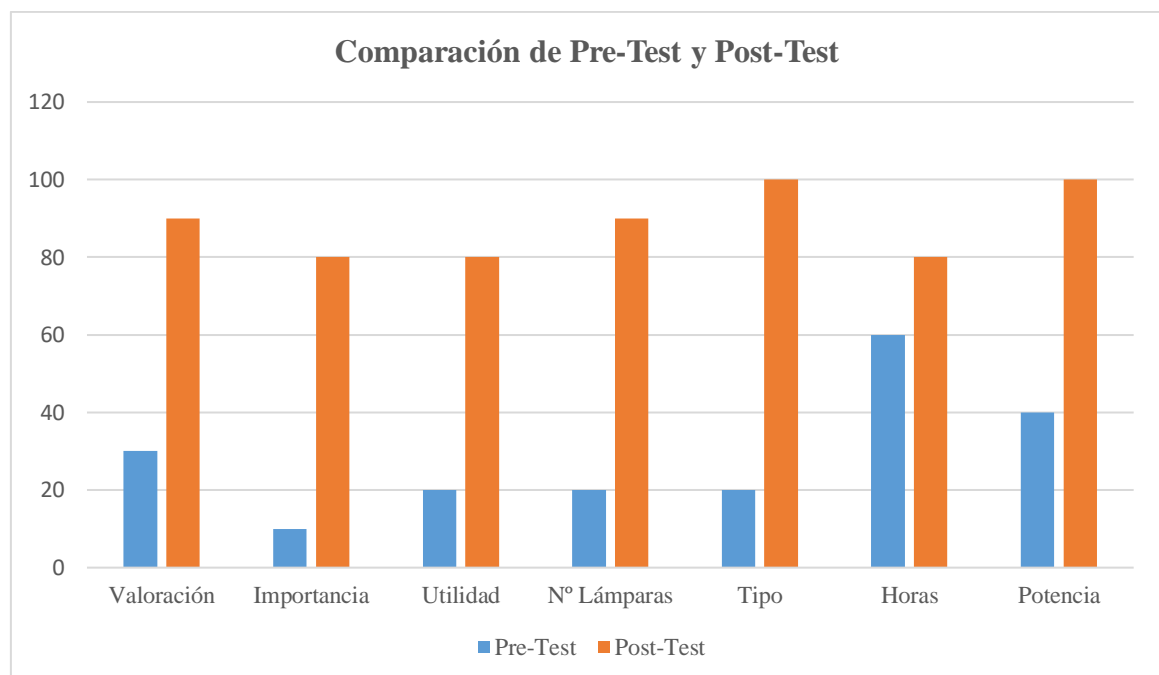
**Análisis del resultado:** En este último análisis los resultados reflejan que el 100% prefiere “baja potencia y alta iluminación” y es exactamente la principal característica que las lámparas LED tienen, una buena iluminación con poco consumo de energía; cumpliendo además con las expectativas que el 80% de los encuestados respondieron o marcaron la misma alternativa.

### Objetivo general:

**Generar energía eléctrica autosustentable para el sistema de iluminación de una familia rural de Cajamarca.**

Para poder evidenciar de manera más clara la generación de energía eléctrica para el sistema de iluminación, se realizó un gráfico de comparación entre el pre-test y el post-test, en ello se resume todos los resultados de la implementación del generador.

### Comparación general del pre y post test



*Figura 16.* Comparación de PreTest y PostTest.

**Análisis general de los resultados.** Estos son los resultados que responden a los objetivos e hipótesis de la tesis, en donde se logra primeramente generar energía eléctrica autosustentable e implementarlo en una casa-hogar de una familia, dando utilidad y mejora para su sistema de iluminación, cambiando de velas a lámparas LED, teniendo posteriormente energía eléctrica, con una potencia y voltaje que genera lo

suficiente para iluminar 3 lámparas durante 3 horas diarias e incluso en ocasiones hasta 4 horas.

## Prueba de normalidad

Nivel de confianza 95%

Alpha = 5%, o bien 0.05

Si P-Valor  $\geq$  Alpha, aceptar que los datos provienen de una distribución normal

Si P-Valor  $<$  Alpha, se rechaza que los datos provienen de una distribución normal

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Puntaje Anterior Obtenido	,267	7	,142	,885	7	,250
Puntaje Posterior Obtenido	,258	7	,174	,818	7	,062

Figura 17. Pruebas de normalidad.

## Interpretación:

P-Valor = 0.250, P-Valor = 0.62

$0.250 \geq 0.05$

$0.62 \geq 0.05$

Se acepta que es una distribución normal, por lo tanto, se procede a realizar la prueba de T-Student

## Prueba de contrastación de hipótesis con T-Student

Hipótesis:

- $H_0$ : P-Valor  $> 0.05 \rightarrow$  La generación de energía eléctrica autosustentable no mejora de manera significativa el sistema de iluminación de una familia rural de Cajamarca.

- $H_1$ : P-Valor  $\leq 0.05 \rightarrow$  La generación de energía eléctrica autosustentable mejora de manera significativa el sistema de iluminación de una familia rural de Cajamarca.

Si P-Valor  $\leq \alpha$ , se rechaza  $H_0$ , es decir, se acepta  $H_1$ .

Si P-Valor  $> \alpha$ , se acepta  $H_0$  y se rechaza  $H_1$

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior				Superior
Par 1	Puntaje Anterior Obtenido - Puntaje Posterior Obtenido	-60,00000	19,14854	7,23747	-77,70945	-42,29055	-8,290	6	,000

Figura 18. Prueba T-Student.

### Interpretación:

P-Valor = 0.000, este valor es menor que 0.05, entonces se acepta la hipótesis alterna: La generación de energía eléctrica autosustentable mejora de manera significativa el sistema de iluminación de una familia rural de Cajamarca.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusión

En el mundo existen diferentes investigaciones concernientes a temas relacionados con energía eléctrica, la tesis desarrollada en esta investigación concuerda con las investigaciones que hicieron Caraballo y García (2017) en el artículo “Energías renovables y desarrollo económico. Un análisis para España y las grandes economías europeas” en donde describen la necesidad de diseñar políticas que estimulen la sustitución de energía no renovable por renovable, debido a que las energías no renovables son muy contaminantes.

En esta investigación se desarrolló una alternativa de generación de energía eléctrica que no contamine y que además almacene su energía en una batería para ser utilizada posteriormente; esto lo relaciono con la investigación que hizo Beatle (2014) en su artículo “Análisis del impacto del incremento de la generación de energía renovable no convencional en los sistemas eléctricos latinoamericanos” en donde menciona que hay sistemas de bombeo hidroeléctrico con capacidad de almacenamiento, la flexibilidad de las centrales, las mejoras en la predicción de recursos variables como el eólico y solar y, en el futuro relativamente próximo, el almacenamiento de energía por baterías y los vehículos eléctricos, a esto afirmo y digo que, el prototipo de esta tesis, tiene similitudes con el tema investigado por Beatle.

Siguiendo con energías alternativas, me parece excelente los que Roldan et al (2016) en la investigación “Desarrollo de una máquina eólica de doble turbina de eje vertical para la generación de energía en un auto eléctrico” también presentaron una gran innovación tecnológica; una máquina eólica instalaron en la parte frontal de un prototipo de auto eléctrico diseñado especialmente; así, mientras el auto está en

movimiento, el viento que golpea su parte frontal hace girar las turbinas generando corriente eléctrica.

Empresas grandes de otros países desarrollan generadores con mucha potencia; tales como menciona Rivero (2015), en el artículo “Ingenieros mexicanos y energía autosustentable” en donde da a conocer un proyecto llamado “Sistema de generación eléctrica (EGS)” que genera energía eléctrica limpia las 24 horas durante los 365 días del año, es un gran aporte al medio ambiente y también a la sociedad; pero en esta tesis, debido a que el prototipo está diseñado con componentes electrónicos básicos, no genera la potencia suficiente para hacer funcionar dispositivos grandes como: cocinas eléctricas, duchas eléctricas, planchas, entre otros; pero si suficiente para satisfacer necesidades como el de la iluminación.

Hay diversas investigaciones que están enfocadas en aprovechar los recursos naturales como fuente de energía, y esto no es de ahora, sino que viene desde mucho antes; cada día el avance tecnológico nos ayuda a desarrollar nuevas ideas. Córdoba (2013), en el desarrollo de la tesis “generación de energía eléctrica renovable aprovechando el peso de vehículos en tránsito” investiga otra forma muy interesante de aprovechar lo que pasa en nuestro alrededor y convertirlo en energía. En la generación de energía eléctrica autosustentable en esta tesis de investigación, también se hace uso del recurso ambiental, así como Jofra (2010) utilizó la energía solar fotovoltaica en su investigación “Energías renovables para todos”. De la misma manera en el generador desarrollado se hace uso de un panel solar que al momento de ser instalado en una casa-hogar, este debe tener una inclinación entre 15 a 20 grados con dirección al Sol para aprovechar al máximo los rayos que este recurso emite durante el día.

Así como Quispe (2011), en la investigación “Proyecto sustentable generador eléctrico” realizó la construcción de un generador eléctrico aprovechando la presión del agua de las turbinas en los hogares, digo que es muy interesante, pero no presenta otras alternativas de su uso, mientras que en mi tesis, otras de las innovaciones que tiene el generador es que, debido a su diseño pequeño, cómodo y fácil de usar, puede ser trasladado a cualquier lugar y tener otras aplicaciones importantes como en campamentos, viajes fuera de la ciudad entre otros.

La electricidad es muy importante en la sociedad y en especial en zonas donde aún no tienen este recurso; gracias a los avances tecnológicos se puede mejorar la manera de cómo se iluminan estas familias y también mejorar un poco su estilo de vida para que cada día el País siga desarrollándose.

Los resultados al medir la funcionalidad del producto, determinan que los voltajes obtenidos al generar energía eléctrica son entre 220 y 230 Voltios, esto se debe a que cada sistema de iluminación conectado tiene cierto consumo de energía, por consecuente, tanto el voltaje como la potencia del generador variarán. Se recomienda tomar las precauciones necesarias al momento de utilizar el producto, debido a que es energía eléctrica.



#### 4.2. Conclusiones

Se logró generar energía eléctrica autosustentable a través de un prototipo funcional, buscando de esta manera la mejora significativa para el sistema de iluminación de una familia rural de Cajamarca, ello se refleja en los resultados de los test, por ejemplo, el porcentaje de tener energía eléctrica pasó de 0% a 100%, por otra parte, el número de iluminarias en la familia pasó de 1 a 3 incluso en ocasiones hasta 4; el grado de satisfacción sumando los porcentajes de las alternativas (excelente, muy bueno y bueno) con lo que respecta al generador, ha sido 100%; asimismo, el cambio de velas a lámparas led que proporcionan más iluminación con bajo consumo de energía. Además, se logró que el generador eléctrico sea autosustentable, recurso basado en energías renovables que disminuyen la contaminación del medio ambiente. Por lo tanto, se aprueba el objetivo general.

Se logró analizar los datos de la prueba aplicada antes de implementar el generador eléctrico, algunos de los resultados fueron que la familia muestra interés en un generador eléctrico con ciertas características importantes, siendo un 80% entre potencia y voltaje para el funcionamiento especialmente de lámparas led debido a que ellos no cuenta con fluido eléctrico, al no tener este recurso energético, utilizan velas para iluminarse, estos datos corroboran la problemática en la cual se encuentran en general muchas de las familias que viven en zonas alejadas de la ciudad.

Se logró implementar el generador eléctrico en una casa ubicada en la localidad de “Tres Molinos” durante un tiempo de 4 semanas, dando como resultado la mejora en el sistema de iluminación de este hogar, el generador fue de mucha ayuda para sus

habitantes, ya que con el generador eléctrico y las lámparas led, tuvieron mejor iluminación en horas de la noche para poder realizar sus diferentes actividades.

Se logró analizar los datos de la prueba aplicada después de implementar el generador eléctrico, demostrando la mejora por ejemplo en el tiempo y la calidad de iluminación, incrementado de 3 horas con velas (baja iluminación) a 4 horas con buena iluminación y bajo consumo de energía que proporcionan las lámparas led, esto se debe a que en los aspectos importantes que tiene el generador, el 60% es potencia y especialmente siendo en un 80% para iluminarias. De esta forma, la investigación busca alguna solución o alternativa frente al problema energético en la sociedad, contribuyendo de alguna manera para que el desarrollo de nuestro país siga avanzando hacia nuevas oportunidades para todos.

## REFERENCIAS

- Arnedillo, O. (2016). Modelos de mercado eléctrico. Paradigma competitivo y alternativas de diseño. *Economía Industrial*, 364.
- Batlle, C. (2014). *Análisis del impacto de incremento de la generación de energía renovable no convencional en los sistemas eléctricos latinoamericanos*. España: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Benalcázar, J., & Hinojosa, S. (2015). *Auditoría energética y diseño para la implementación de un generador eléctrico a combustión interna con transferencia automática para el GAD Municipal del cantón Otavalo*. Ecuador.
- Caraballo, M., & García, J. (2017). *Energías renovables y desarrollo económico. Un análisis para España y las grandes economías europeas*. España.
- Carmona, Z., Ortega, C., & Sánchez, V. (2012). *Generación de energía eléctrica por pedaleo*. México.
- Córdoba, L. (2013). *Generación de energía eléctrica renovable aprovechando el peso de vehículos en tránsito*. Ciudad de México.
- Cruz, A., Cardona, G., & Hernández, P. (2013). *Aplicación electrónica para el ahorro de energía eléctrica utilizando una energía alternativa*. Cali.
- Dammert, A. (2008). La situación del servicio de Electricidad en el Perú. *Derecho y Sociedad*.
- Gamio, A. (2017). *Matriz energética en el Perú y energías renovables*. Perú.
- Hernández, D., Romero, G., & Arce, S. (2010). *Energías alternativas para la electrificación rural en los países en desarrollo*. Querétano.
- Jofra, M. (2010). *Energía Solar Fotovoltaica - Energías renovables para todos*. Madrid: Fundación de Energía de la comunidad de Madrid.
- López, Y. (2011). *El hombre y la máquina - análisis de recursos solar y eólico en Colombia*. Colombia.
- Navarro, A. (2009). *Casa Rural Sostenible*. Barcelona: Universidad de Cataluña.
- Quispe, L. (2011). *Proyecto sustentable generador eléctrico*. Puno.

Quispe, L., & Apaza, R. (2017). *Diseño e implementación de un prototipo de un generador magnético aprovechando la FCEM como energía alternativa*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano.

Rivero, E. (2015). *Ingenieros mexicanos y energía autosustentable*. México.

Roldan, C., Isaza, P., & Olaya, D. (2016). *Desarrollo de una máquina eólica de doble turbina de eje vertical para la generación de energía en un auto eléctrico*. España.

## ANEXOS

### ANEXO n° 1. Operacionalización de variables

Tabla 17 *Variable independiente*

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	ÍTEMS
Generación de energía eléctrica autosustentable	Es todo dispositivo capaz de mantener una diferencia de potencial eléctrica entre dos de sus puntos llamados polos o terminales, transformando la energía mecánica en eléctrica. Aunque la corriente generada es corriente alterna, puede ser rectificada para obtener corriente continua.	Dispositivo que generará energía eléctrica suficiente para el funcionamiento de iluminarias.	<div>Funcionalidad</div> <div>Voltaje</div> <div>Potencia</div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• % de aprobación del producto</li> <li>• Tiempo de voltaje continuo de 220 Voltios</li> <li>• Número de iluminarias encendidas.</li> </ul>

Tabla 18 *Variable dependiente*

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	ÍTEMS
Sistema de iluminación	Elemento que se diseña para proporcionar una visibilidad clara y los aspectos estéticos requeridos en un espacio y actividades definidas.	Concepto que va directamente a iluminar o dar luz eléctrica, utilizando focos led.	<div>Duración de iluminación</div> <div>Potencia</div> <div>Tipo</div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Horas de iluminación</li> <li>• Cantidad de vatios</li> <li>• Tipos de lámparas</li> </ul>

ANEXO n° 2. Instrumentos de medición

**Encuesta Pre-Test**

1. ¿Qué opinión tiene respecto a un generador eléctrico autosustentable para sistemas de iluminación?  
☐ Muy interesante ☐ Interesante ☐ Neutro ☐ Poco interesante ☐ Nada interesante
2. ¿Cuál de los siguientes aspectos le atraen del producto?  
☐ Diseño  
☐ Facilidad de uso  
☐ Potencia  
☐ Funcionalidad  
☐ Voltaje
3. Por favor ¿Díganos cuál es la razón por las que utilizaría el generador?  
☐ Para luminarias  
☐ Cargar mi celular  
☐ Otros
4. En cuanto a los sistemas de iluminación ¿Cuál es el número total de lámparas que tiene en casa?  
☐ 0  
☐ 1  
☐ 2  
☐ 3  
☐ 4
5. ¿Qué tipo de lámparas o iluminación utilizas actualmente?  
☐ Lámparas LED  
☐ Lámparas fluorescentes  
☐ Lámparas incandescentes  
☐ Velas
6. ¿Cuántas horas suele estar encendida(s) diariamente?  
☐ 2    ☐ 3    ☐ 4    ☐ 5
7. Respecto al consumo ¿Qué opción es mejor para Usted?  
☐ Alta potencia y alta iluminación  
☐ Baja potencia y alta iluminación  
☐ Baja potencia y baja iluminación  
☐ Alta potencia y baja iluminación

## Encuesta Post-Test

1. ¿Cuál es su grado de satisfacción, la valoración que hace al generador?  
☐ Excelente  
☐ Muy bueno  
☐ Bueno  
☐ Regular  
☐ Malo
2. ¿Cuál de los siguientes aspectos importantes tiene el generador eléctrico?  
☐ Diseño  
☐ Facilidad de uso  
☐ Potencia  
☐ Funcionalidad  
☐ Voltaje
3. Por favor ¿Díganos cuál es su razón por las que utiliza el generador?  
☐ Para luminarias  
☐ Cargar mi celular  
☐ Otros
4. ¿Cuántas lámparas logra encender el generador eléctrico?  
☐ 2  
☐ 3  
☐ 4  
☐ 5
5. ¿Qué tipo de lámparas o iluminación utilizas actualmente?  
☐ Lámparas LED  
☐ Lámparas fluorescentes  
☐ Lámparas incandescentes  
☐ Velas
6. ¿Cuántas horas diarias ilumina con 3 lámparas cuando la batería está con carga completa?  
☐ 2    ☐ 3    ☐ 4    ☐ 5
7. Respecto al consumo ¿Qué opción es mejor para Usted?  
☐ Alta potencia y alta iluminación  
☐ Baja potencia y alta iluminación  
☐ Baja potencia y baja iluminación  
☐ Alta potencia y baja iluminación

## **FICHA TÉCNICA PARA EVUALUAR AL PROTOTIPO DEL PROYECTO**

### **I. REFERENCIA**

Nombre del proyecto/tesis: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Nombre del evaluador: \_\_\_\_\_

Especialidad: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

### **II. TABLA DE VALORACIÓN**

1	2	3	4	5
Bajo	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente

		Puntaje				
Criterios técnicos		1	2	3	4	5
1	Potencia eficiente para instalar 3 lámparas.					
2	Voltaje constante de 220 voltios					
3	Portabilidad (Facilidad de transportar a cualquier lugar)					
4	Disminución de ruido y vibración					
5	Capacidad de trabajar en ambientes fríos.					
6	Refrigeración del circuito electrónico.					
7	Usabilidad (Facilidad de ser usado )					
8	Capacidad de trabajar en ambientes cálidos					
	<b>Total</b>					

**Puntaje total:** \_\_\_\_\_

### **III. OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
FIRMA



Evaluación del funcionamiento del Prototipo mediante la Ficha Técnica

**FICHA TÉCNICA PARA EVUALUAR AL PROTOTIPO DEL PROYECTO**

**I. REFERENCIA**

Nombre del proyecto/tesis: Generación de energía eléctrica autosustentable para el sistema de iluminación de una familia rural de Cajamarca

Nombre del evaluador: Ing. Carlos Távora Carbajal

Especialidad: Ingeniería Electrónica

Fecha: 05/06/2018

**II. TABLA DE VALORACIÓN**

	1 Bajo	2 Regular	3 Bueno	4 Muy bueno	5 Excelente
--	--------	-----------	---------	-------------	-------------

Criterios técnicos	Puntaje				
	1	2	3	4	5
1 Potencia eficiente para instalar 3 lámparas.					X
2 Voltaje constante de 220 voltios					X
3 Portabilidad (Facilidad de transportar a cualquier lugar)					X
4 Disminución de ruido y vibración				X	
5 Capacidad de trabajar en ambientes fríos.				X	
6 Refrigeración del circuito electrónico.					X
7 Usabilidad (Facilidad de ser usado )					X
8 Capacidad de trabajar en ambientes cálidos				X	
<b>Total</b>					

Puntaje total: 37

**III. OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES**

Seguir adelante con el proyecto

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO DEPARTAMENTAL DEL CALLAO  
Ing. CIP. José Carlos Távora Carbajal  
ING. ELECTRONICO  
REG. N° FIRMA

<b>FICHA DE OBSERVACIÓN</b>	
<b>FICHA N° 1</b>	
<b>ELABORA:</b>	
<b>LUGAR:</b>	
<b>PALABRAS CLAVE:</b>	
<b>LO OBSERVADO</b>	<b>REGISTRO DE AVANCE</b>

**Análisis del avance:**

---



---



---



---

ANEXO n° 3. Validación de Instrumentos

Validación de la ficha técnica por el Ing. José Távara Carbajal

**FICHA PARA VALIDACION DEL INSTRUMENTO**

**I. REFERENCIA**

- 1.1. Experto: Ing. Távara Carbajal  
 1.2. Especialidad: Ingeniería Electrónica  
 1.3. Cargo actual: Ingeniero Electrónico - DCTO Cajamarca  
 1.4. Grado académico: Magister  
 1.5. Institución: UNAC  
 1.6. Tipo de instrumento: Ficha técnica  
 1.7. Lugar y fecha: Cajamarca

**II. TABLA DE VALORACION POR EVIDENCIAS**

N°	EVIDENCIAS	VALORACION					
		5	4	3	2	1	0
1	Pertinencia de indicadores		X				
2	Formulado con lenguaje apropiado		X				
3	Adecuado para los sujetos en estudio	X					
4	Facilita la prueba de hipótesis		X				
5	Suficiencia para medir la variable			X			
6	Facilita la interpretación del instrumento		X				
7	Acorde al avance de la ciencia y tecnología	X					
8	Expresado en hechos perceptibles	X					
9	Tiene secuencia lógica	X					
10	Basado en aspectos teóricos	X					
	Total						

Coefficiente de valoración porcentual:  $c = \frac{44}{100}$

**III. OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES.**

-Seguir con el estudio de Sist. Fotovoltaico; por ser una  
energía renovable y de utilización en el futuro cercano.

Firma y sello del Experto

Validación de la encuesta por el Ing. Paul Omar Cueva Araujo

**FICHA PARA VALIDACION DEL INSTRUMENTO**

**I. REFERENCIA**

1.1. Experto: Paul Omar Cueva Araujo  
1.2. Especialidad: Ingeniería de Sistemas  
1.3. Cargo actual: Docente  
1.4. Grado académico: Superior - título Profesional  
1.5. Institución: Universidad Nacional de Cajamarca  
1.6. Tipo de instrumento: Encuesta  
1.7. Lugar y fecha: Cajamarca

**II. TABLA DE VALORACION POR EVIDENCIAS**

N°	EVIDENCIAS	VALORACION					
		5	4	3	2	1	0
1	Pertinencia de indicadores	X					
2	Formulado con lenguaje apropiado		X				
3	Adecuado para los sujetos en estudio	X					
4	Facilita la prueba de hipótesis	X					
5	Suficiencia para medir la variable		X				
6	Facilita la interpretación del instrumento	X					
7	Acorde al avance de la ciencia y tecnología	X					
8	Expresado en hechos perceptibles	X					
9	Tiene secuencia lógica	X					
10	Basado en aspectos teóricos	X					
	Total						

Coefficiente de valoración porcentual:  $c = \frac{48}{100} = 48\%$

**III. OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES**

Se debe mejorar la redacción y explicar al inicio  
que es un generador eléctrico autosustentable

[Firma]  
Firma y sello del Experto

ANEXO n° 4. Confiabilidad del instrumento con Alpha de Cronbach

Tabla 19 *Estadísticas de fiabilidad*

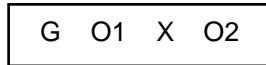
Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,778	,775	7

Fuente. Recuperado del Software IBM SPSS Statistics versión 23

Cronbach's alpha	Internal consistency
$\alpha \geq 0.9$	Excellent
$0.9 > \alpha \geq 0.8$	Good
$0.8 > \alpha \geq 0.7$	Acceptable
$0.7 > \alpha \geq 0.6$	Questionable
$0.6 > \alpha \geq 0.5$	Poor
$0.5 > \alpha$	Unacceptable

Figura 19. Alfa de Cronbach para medida interna.

ANEXO n° 5. Esquema de investigación aplicada (pre experimental)



G = Grupo

O1 = Pre Prueba o medición previa al tratamiento experimental

X = Tratamiento o estímulo

O2 = Post Prueba o medición posterior al tratamiento experimental

## ANEXO n° 6. Metodología de investigación para el generador eléctrico

La metodología que se utilizará para la investigación se divide en etapas que consta de diversas actividades desde definir el problema hasta la construcción de un prototipo funcional (Abraham, 2012).

A continuación, se explica en qué consistió cada etapa del proceso de diseño.

### **Definición del problema**

La definición del problema se centró principalmente en identificar las necesidades de manera general. Por ejemplo, La necesidad que hay en algunos lugares fuera de la ciudad y el impacto que generaría conseguir el recurso eléctrico.

De este modo se terminó de definir el problema.

### **Búsqueda de información**

En la búsqueda de información, se obtuvieron datos sobre requerimientos básicos para generar energía eléctrica.

### **Diseño conceptual**

En el diseño conceptual se realizó un análisis de diferentes conceptos, características de las partes del prototipo y que función deberían tener.

### **Diseño de detalle**

Después de haber definido el concepto, las partes del circuito y las necesidades más convenientes, se procedió al diseño del generador. Se seleccionaron los materiales para cada parte del circuito.

### **Manufactura del Prototipo**

La manufactura del prototipo se inició con el desarrollo del circuito de un oscilador para invertir la energía continua y que se adecúe al transformador. El circuito



eléctrico para la rectificación de la salida del generador y el circuito para el cargador de batería se realizaron mediante el instrumento de medición multitester.

### **Prototipo Funcional**

Al terminar la manufactura del generador se procedió a instalar y conectar un foco led de iluminación para efectuar las pruebas respectivas. En algunos casos se hicieron pequeños ajustes para mejorar su funcionamiento y obtener el resultado esperado.



## ANEXO n° 7. Desarrollo de la metodología de investigación para el generador eléctrico

**Definición del problema**

En Perú, la situación previa a la privatización de empresas del servicio eléctrico sigue presentando serios problemas en lo referente al acceso limitado de energía y la baja calidad del mismo. Por consiguiente este recurso no llega a toda la población, ya sea por problemas económicos, sociales, geográficos, políticos, etcétera. Gran mayoría de familias que viven alrededor de las ciudades carecen de este servicio. Actualmente la mayor parte de la población de Cajamarca y en especial las zonas rurales no tienen el servicio eléctrico debido a que es muy poco rentable invertir en infraestructura adecuada a fin de garantizar el servicio. (Lira, 2014)

**Búsqueda de información***Necesidades.*

Los materiales a utilizar son: batería de 12 Voltios y panel solar de 18 voltios, el cual permitirá alimentar el circuito; Transformador de 220V a 12V, su función será aumentar el voltaje de entrada; Así mismo se utilizará algunos componentes electrónicos para transformar la corriente continua en corriente alterna tales como: condensadores, potenciómetro, puente rectificador, resistencias, integrador CD4047, entre otros.

**Diseño conceptual***Partes del prototipo*

- Alimentación de la batería
- Proceso de inversión de corriente

- Elevación de energía
- Salida de energía
- Realimentación de batería

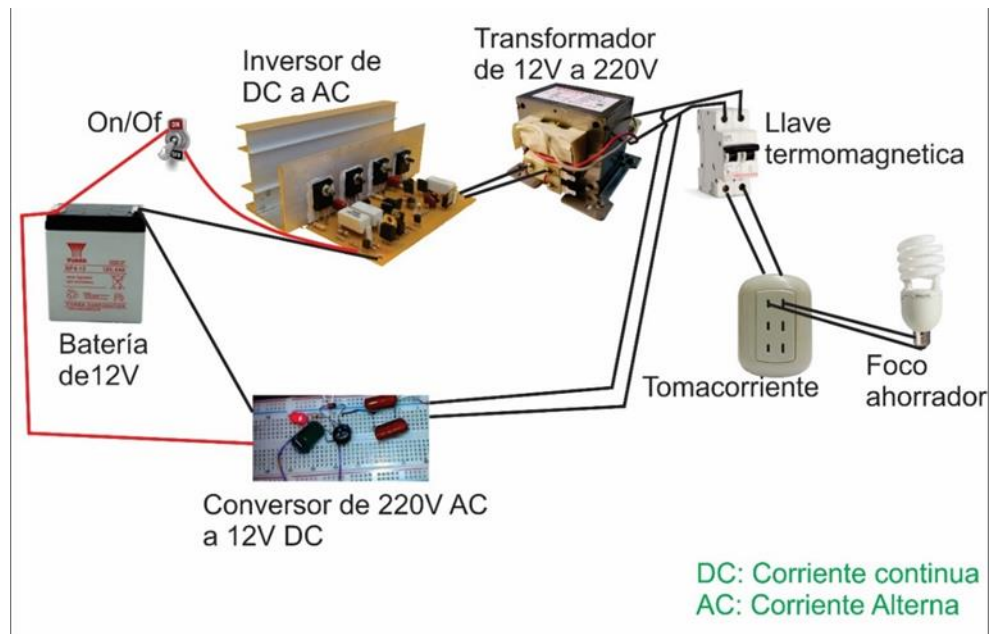


Figura 20. Partes del prototipo.

### ***Descripción de algunas partes del prototipo***

Inversor: Transformar corriente continua a corriente alterna.

Transformador: Eleva la energía que recibe, según el bobinado que tenga.

Conversor: Reduce energía y la transforma en corriente continua.

### **Diseño de detalle**

#### ***Selección de materiales según sus partes del prototipo:***

- Alimentación de batería:  
Panel solar de 18V
- Proceso de inversión de corriente

1 Baquela de tipo galleta, 2 transistores, 4 condensadores, un Integrado CD4047, un diodo, un led, un potenciómetro de 100k

- Elevación de energía

Un Transformador de 12v de entrada

- Salida de energía

Tomacorriente, llave termo-magnética, foco led de 13Wts

- Realimentación de batería

Baquela de tipo galleta, 2 condensadores, 2 resistencias, puente rectificador, sensor de luz

### *Cálculos*

En el inversor, el potenciómetro debe estar regulado a 50 o 60 MHz por segundo ya que el transformador recibirá esa misma frecuencia.

Mediante un multítester, se midió el voltaje que arroja el generador eléctrico, el voltaje obtenido entre 220 a 230 Voltios, esta varianza se debe a que, al momento de conectar las lámparas, estas tienen cierto consumo de energía y entonces baja el voltaje en el generador.



*Figura 21. Multítester.*



Figura 22. Medición de voltaje

## Manufactura del prototipo

### Realización de circuitos.

- Inversor: Teniendo los materiales necesarios para esta parte del prototipo; con la ayuda de una pistola de soldar, estaño, y pasta de soldar, hacer las respectivas conexiones según la siguiente imagen.

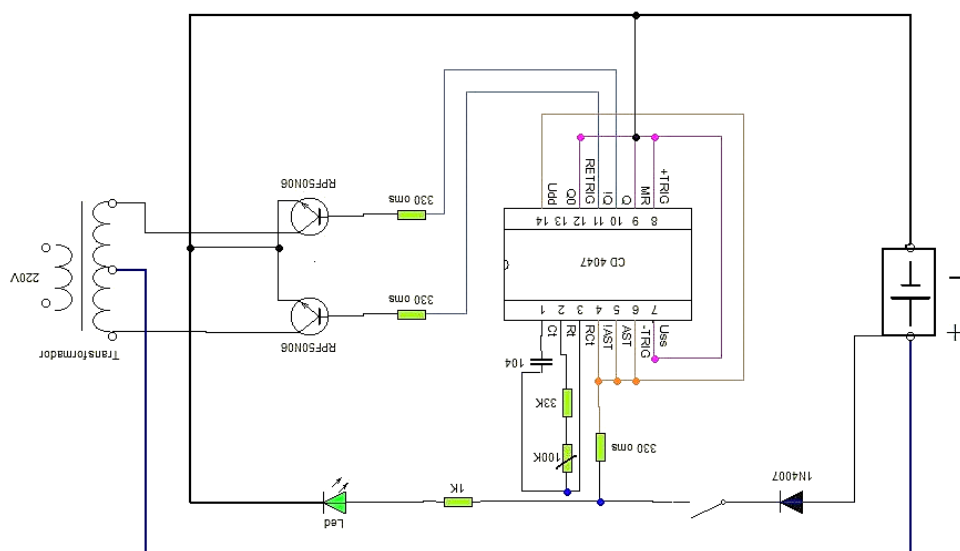


Figura 23. Diseño del circuito del inversor de corriente.

- Conversor: Realizar las conexiones y soldar según imagen siguiente:

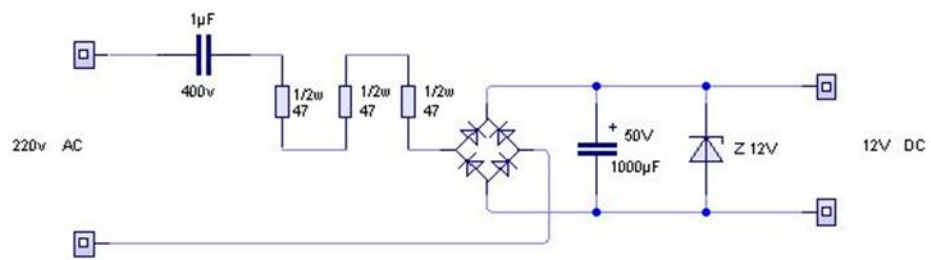


Figura 24. Diseño del circuito del conversor de corriente.

Con la ayuda de los cables, se procedió a conectar todo de acuerdo a la siguiente imagen siguiendo la secuencia de las partes del prototipo. (Alimentación de la batería, Proceso de inversión de corriente, Elevación de energía, Salida de energía, Realimentación de batería) ver siguiente imagen:

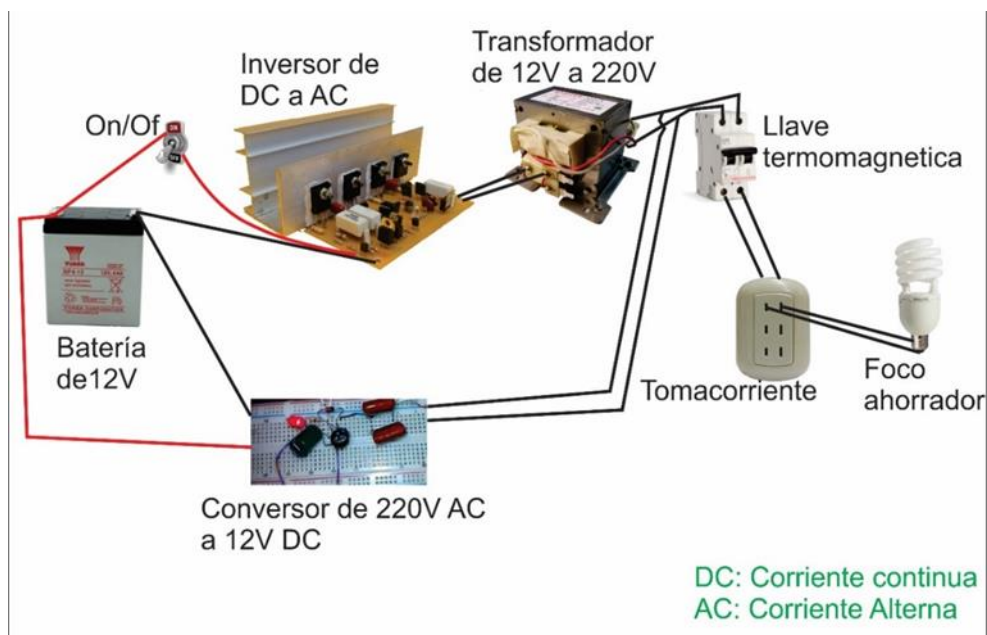


Figura 25. Partes del prototipo.

### **Prototipo funcional**

Después de haber terminado todas las conexiones respectivas, se procedió a adecuarlo a un soporte que almacene todas las partes del prototipo para que finalmente se realice las pruebas de funcionamiento.



*Figura 26.* Diseño del prototipo.

## ANEXO n° 8. Bases teóricas

**8.1. Energía eléctrica****8.1.1. Definición**

La energía eléctrica se manifiesta como corriente eléctrica, es decir, como el movimiento de cargas eléctricas negativas, o electrones, a través de un cable conductor metálico como consecuencia de la diferencia de potencial que un generador esté aplicando en sus extremos. Cada vez que se acciona un interruptor, se cierra un circuito eléctrico y se genera el movimiento de electrones a través del cable conductor. Las cargas que se desplazan forman parte de los átomos de la sustancia del cable, que suele ser metálica, ya que los metales, al disponer de mayor cantidad de electrones libres que otras sustancias son los mejores conductores de la electricidad. (Aldas, Pástor, Ramos, Vayas, 2013)

**8.1.2. Electricidad y la sociedad**

La energía eléctrica apenas existe libre en la naturaleza de manera aprovechable. La electricidad tampoco tiene una utilidad biológica directa para el ser humano, salvo en aplicaciones muy singulares, como pudiera ser el uso de corrientes en medicina (electroshock). Sin embargo, es una de las más utilizadas, una vez aplicada a procesos y aparatos de la más diversa naturaleza, debido fundamentalmente a su limpieza y a la facilidad con la que se la genera, transporta y convierte en otras formas de energía. Para contrarrestar todas estas virtudes hay que reseñar la dificultad que presenta su almacenamiento directo en los aparatos llamados acumuladores.

La mayor parte de la energía eléctrica que se consume en la vida diaria proviene de la red eléctrica a través de las tomas llamadas enchufes, a través de los que llega la

energía suministrada por las compañías eléctricas a los distintos aparatos eléctricos como lavadora, radio, televisor, etc.; que se desea utilizar, mediante las correspondientes transformaciones; por ejemplo, cuando la energía eléctrica llega a una encerradora, se convierte en energía mecánica, calórica y en algunos casos lumínica. (Aldas et al., 2013)

### **8.1.3. Generación de energía eléctrica**

Actualmente la energía eléctrica se puede obtener de distintos medios, que se dividen principalmente en:

#### **Renovables**

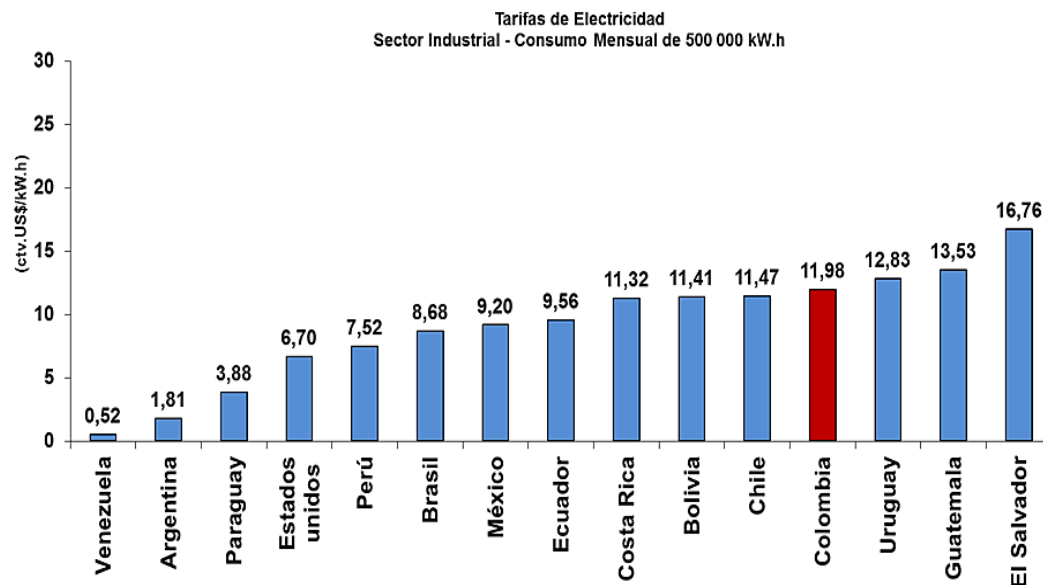
- Centrales termoeléctricas solares.
- Centrales solares fotovoltaicas.
- Centrales eólicas.
- Centrales hidroeléctricas.
- Centrales geo-termoeléctricas.

#### **No renovables**

- Centrales nucleares.
- Combustibles fósiles.
- Centrales de ciclo combinado (quemadores de gas natural).
- Centrales de turbo-gas.



#### 8.1.4. Análisis de tarifas de electricidad



Fuente: Osinerming-Primer Trimestre 2015

Figura 27. Análisis de tarifas de electricidad en países de sud-américa.

Fuente: Osinerming. Primer trimestre. 2015.

Según las tarifas mostradas en la *Figura 27*, el Perú se encuentra en un consumo promedio de electricidad con 7. 52Kw.h mensuales a diferencia de los demás países.

#### 8.2.Generador eléctrico

Un generador eléctrico es todo aquel dispositivo capaz de mantener una diferencia de potencial eléctrico (voltaje) entre dos puntos, llamados polos o bornes. Los generadores eléctricos son máquinas eléctricas destinadas a transformar la energía mecánica en eléctrica.

En otras palabras, el generador eléctrico emplea un campo magnético para generar un movimiento de electrones y producir energía eléctrica.

### **8.2.1. Tipos de generadores**

#### **8.2.1.1 Generador eléctrico inverter**

Un generador inverter es aquel que puede filtrar la onda senoidal para generar una onda pura con la magnitud y frecuencia que se necesite y superando así los elementos negativos y positivos. En otras palabras, esta tecnología le permite al regulador emitir una corriente eléctrica estable que neutraliza la vulnerabilidad de tus aparatos eléctricos y electrodomésticos a las ondas senoidales dispersas y de mala calidad.

#### **8.2.1.2 Generador eléctrico monofásico**

También conocido en inglés como single-phase generator, un generador monofásico es un generador sinusoidal de producción, distribución y consumo de energía eléctrica formado por dos terminales y una única corriente alterna que conduce una sola línea de 110 voltios.

#### **8.2.1.3 Generador eléctrico trifásico**

Por su parte, un generador trifásico, conocido en inglés como three-phase generator, es un generador senoidal conformado por tres corrientes alternas monofásicas conectadas en triángulo o en estrella. Una de las grandes ventajas de los generadores trifásicos es que tienen un rendimiento más elevado de los receptores, especialmente en motores

### 8.2.2. Materiales y características de un generador eléctrico autosustentable

Tabla 20 *Análisis de materiales y características de un generador eléctrico*

Cantidad	Descripción	Fase del diseño
01	Batería 12V	<b>Alimentación inicial</b>
01	Panel Solar 18V	
01	Baquela de tipo galleta	<b>Inversión de corriente</b>
02	Transistores	
04	Condensadores	
01	Integrado CD4047	
01	Diodo	
01	Led	
01	Potenciómetro de 100K	
01	Transformador de 12/220 V	<b>Elevación de energía</b>
01	Tomacorriente	<b>Salida de Energía</b>
01	Llave termo-magnética	
01	Baquela de tipo galleta	<b>Realimentación de energía inicial</b>
02	Condensadores	
01	Puente rectificador	
01	Sensor de luz	

## 8.3.Sistemas de iluminación

### 8.3.1. Definición

Un sistema de iluminación es un conjunto de elementos, que se diseña para proporcionar una visibilidad clara y los aspectos estéticos requeridos en un espacio y actividades definidas. Esto se realiza seleccionando las mejores luminarias y lámparas que proporcionan el nivel de iluminación adecuado para cada tarea y se

minimicen efectos de brillo directo y reflejado, buscando en todos los casos optimizar el uso de energía y reducir el costo operativo. (Villanueva, 2018).

Un sistema de iluminación está integrado por los siguientes elementos:

- **Lámparas:** Son las encargadas de transformar la energía eléctrica en luminosa.
- **Luminarios:** Son los gabinetes que contienen a las lámparas y en algunos casos también el balastro, además sirven para controlar y dirigir el flujo luminoso de una o más lámparas.
- **Balastos:** Son dispositivos electromagnéticos, electrónicos o híbridos, los cuales limitan la corriente de las lámparas y cuando es necesario, la tensión y corriente de encendido.
- **Dispositivos de control:** Son dispositivos tales como apagadores, fotoceldas, controladores de tiempo, sensores de movimiento, etc. Para el control de los sistemas de iluminación.

### 8.3.2. Tipos de lámparas

Las lámparas son la parte fundamental de un sistema de iluminación, se clasifican en:

- Lámparas incandescentes.
- Lámparas de alta intensidad de descarga.
- Lámparas a base de LED.
- Lámparas de inducción.
- Lámparas fluorescentes.

Cada tipo de lámpara tiene características especiales y su aplicación dependerá de la evaluación de sus parámetros principales como pueden ser su costo, vida útil, CRI, flujo luminoso, depreciación del flujo luminoso, etc.

Tabla 21 *Comparativo de fuentes luminosas*

	Eficiencia (Lúmenes/Watt)	Vida de la lámpara (horas)	Temperatura de color (Kelvin)	Índice de rendimiento de color	Tiempo de encendido	Mantenimiento de flujo luminoso (%)	Capacidad para regular el flujo luminoso	Efectos de la temperatura	Costo inicial
<b>Fluorescente compacta</b>	60 - 75	10 000	2700 - 4100	82	0	83 - 87	Con balastro dimeable	A bajas temperaturas aumenta el tiempo de encendido	Regular
<b>Fluorescente lineal T8</b>	80 - 95	20 000	2700 - 4100	75 - 85	0	83 - 87	Con balastro dimeable	A bajas temperaturas aumenta el tiempo de encendido	Bajo
<b>Fluorescente lineal T5HO</b>	80 - 95	20 000	2700 - 4100	75 - 85	0	90 - 95	Con balastro dimeable	Salida completa a 35°C, a menores temperaturas se incrementa el tiempo de encendido	Regular
<b>Inducción</b>	60 - 75	100 000	3000 - 4000	80 +	0	80	En desarrollo	Las bajas temperaturas hacen que disminuya el flujo luminoso	Muy alto
<b>Aditivos metálicos</b>	80 - 90	10 000 - 20 000	3000 - 4200	65 - 90	5 a 10	80 - 85	Si, pero muy caro	Ninguno	Alto
<b>Sodio alta presión</b>	90 - 105	24 000	1900 - 2100	21 - 85	< 5	88 - 92	No	Ninguno	Alto
<b>Sodio baja presión</b>	100 - 160	16 000	1800	muy pobre	7 a 15	100	No	Ninguno	Regular
<b>Vapor de mercurio</b>	35 - 55	24 000	4000 - 5900	20 - 45	< 10	60 - 65	No	Ninguno	Regular
<b>LED</b>	Varía de acuerdo al color	100 000	Varía de acuerdo al color	Varía de acuerdo al color	0		Con Fuente variable	Las altas o bajas temperaturas ocasionan que aumente la depreciación de flujo luminoso y disminuya su tiempo de vida	Alto
<b>Halógena</b>	18 - 22	2000 - 4000	2800 - 3100	100	0	93 - 97	Con dimmer	Ninguno	Bajo

Incandescente	15 18	-	1000	2700 3000	-	1 0	0	83 87	-	Con dimmer	Ni ng	Bajo
---------------	----------	---	------	--------------	---	--------	---	----------	---	---------------	----------	------

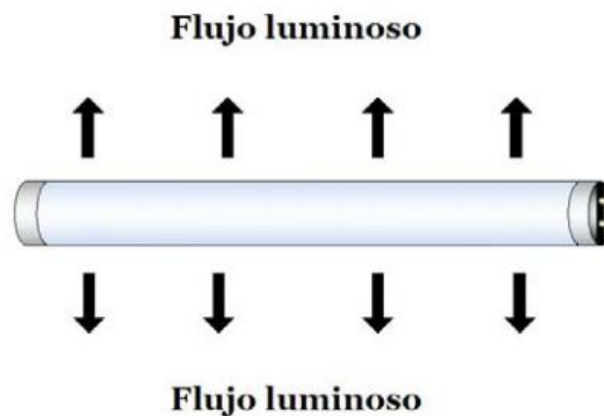
*Fuente.* Recuperado de “Sistemas de iluminación”, de Villanueva., 2018.

### 8.3.3. Términos para lámparas

#### 8.3.3.1. Flujo luminoso

Es la cantidad total de luz emitida por una fuente luminosa. El lumen es la unidad para la medida del flujo luminoso. Un término importante es el de lúmenes iniciales, el cual indica la cantidad de flujo luminoso antes de las primeras 100 horas de operación.

El flujo luminoso también puede estar referido a la salida del luminario, en cuyo caso es menor debido a que el luminario absorbe una porción de la luz producida por las lámparas. (Villanueva, 2018).



*Figura 28.* Flujo luminoso.

*Fuente:* Villanueva. Sistemas de iluminación. 2018.

#### 8.3.3.2. Nivel de iluminación

La iluminancia o nivel de iluminación es la intensidad de luz en el plano de trabajo y se expresa como la relación entre el flujo luminoso que recibe una superficie y su área:

$$E = \frac{\varphi}{A} [Lux]$$

Donde E es el nivel de iluminación en luxes,  $\phi$  es el flujo luminoso en lúmenes y A es el área de la superficie en metros cuadrados.

De acuerdo con el SI de unidades el lux se define como la iluminancia de una superficie que recibe un flujo luminoso de 1 lumen, uniformemente repartido sobre 1 m<sup>2</sup> de superficie. En otras palabras, esto quiere decir que, si un lumen incide sobre un metro cuadrado de superficie, el nivel de iluminación sobre ese metro cuadrado será de 1 lux.

Es importante hacer notar que la iluminancia producida por una fuente luminosa disminuye inversamente con el cuadrado de la distancia desde el plano a iluminar hasta la fuente, como se aprecia en la siguiente expresión:

$$E = \frac{I}{D^2} [Lux]$$

Donde I es la intensidad luminosa. La intensidad luminosa es una medida espacial para el flujo luminoso y es análoga a la presión en un sistema hidráulico, su unidad es la candela y describe la cantidad de luz en una unidad de ángulo sólido. (Villanueva, 2018).

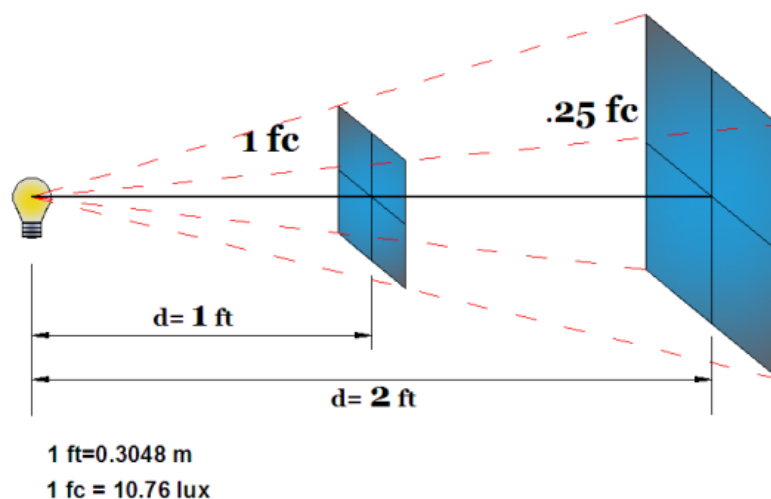


Figura 29. Nivel de iluminación.

Fuente: Villanueva. Sistemas de iluminación. 2018.

Mientras la luz se aleja de la fuente, el ángulo sólido cubre un área más grande, pero tanto el ángulo sólido como la cantidad de luz contenida en el permanecen constantes, lo que va disminuyendo es el nivel de iluminación.

#### **8.3.3.3. Temperatura de color**

La temperatura de color de una lámpara es la medida de que tan fría o cálida es la luz emitida por esta, lo cual tiene un efecto en el aspecto del espacio a iluminar.

Un cuerpo negro emite una radiación con una cierta longitud de onda, la cual dependerá de su temperatura. Para hallar la temperatura de color de una fuente luminosa, se compara con la del cuerpo negro que presenta el mismo color que la fuente analizada. Dicho de otra forma, la tonalidad que es emitida por la lámpara es comparada con la tonalidad que adquiere el cuerpo negro patrón al variar su temperatura; cuando el cuerpo negro alcanza una tonalidad lo más parecido a la lámpara de prueba, se mide su temperatura y esta es la que se le asigna a la lámpara de prueba. (Villanueva, 2018).

Existe una graduación de los colores en función de su temperatura de color:

- Colores fríos. Colores verde, azul y violeta. Sus temperaturas de color están por encima de 5000° K.
- Colores intermedios. Colores como el amarillo y algunas tonalidades del verde. Temperaturas de color entre 3300° K y 5000° K.
- Colores cálidos. Colores como rojo y naranja. La temperatura de color es inferior a los 3300° K.



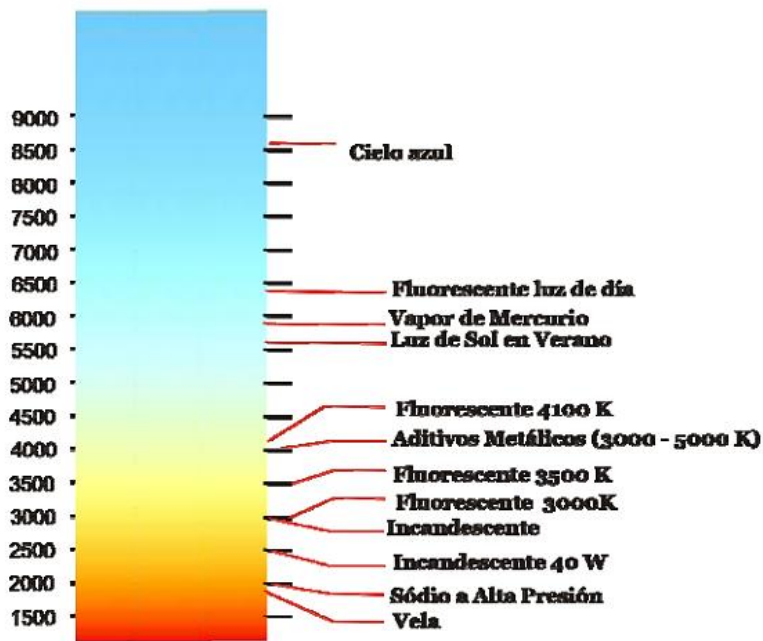


Figura 30. Temperatura de color de algunas fuentes luminosas.

Fuente: Villanueva. Sistemas de iluminación. 2018.

#### 8.3.3.4. Índice de reproducción de color

El índice de reproducción de color cuantifica la fidelidad con la que los colores son reproducidos. El CRI es definido en una escala entre 0 y 100, un alto CRI indica una alta reproducción de color. El CRI en el rango de 75 a 100 se considera como excelente, 65 a 75 es bueno, 55 a 65 regular y menor a 55 se considera como pobre.

Tabla 22 Valores típicos de CRI para algunas lámparas

Tipo de lámpara	Valor típico de C R I
Incandescente	100
Fluorescente T 1 2	62 - 85
Fluorescente T 1 0	82 - 90
Fluorescente T 8	75 - 90
T 5	82 - 90
Fluorescente compacta	82 - 86
Aditivos metálicos	65 - 83
Vapor de mercurio	15 - 50
Vapor de sodio a baja presión	0
Vapor de sodio a alta presión	22 - 85

Fuente. Recuperado de “Sistemas de iluminación”, de Villanueva., 2018.

### 8.3.3.5. Reflectancia

La reflectancia es la relación entre la luz reflejada y la luz que se recibe (luz incidente), y es un indicador del grado de brillantez de la superficie. Al aumentar la reflectancia se aumenta la eficiencia del sistema de iluminación. Los valores de reflectancia para superficies pintadas son:

Tabla 23 *Reflectancia de algunas superficies pintadas*

COLOR	REFLECTANCIA (%)
BLANCO	70 - 80
AMARILLO CLARO	60 - 70
VERDE CLARO, ROJO CLARO, AZUL CLARO, GRIS CLARO	40 - 50
BEIGE, OCRE, NARANJA, GRIS MEDIO	25 - 35
GRIS OSCURO, ROJO OSCURO, AZUL OSCURO, VERDE OSCURO	10 - 20

*Fuente.* Recuperado de “Sistemas de iluminación”, de Villanueva., 2018.

### 8.3.3.6. Depreciación del flujo luminoso

Debido al envejecimiento de las lámparas, el flujo luminoso va disminuyendo gradualmente con el paso del tiempo, a este cambio se le denomina depreciación de lúmenes o de flujo luminoso y se expresa como un porcentaje del flujo luminoso inicial. Como la potencia de la lámpara es la misma durante toda su vida, la depreciación del flujo luminoso ocasiona la reducción de la eficacia de la lámpara.

### 8.3.3.7. Eficacia

Es la relación entre el flujo luminoso emitido por una lámpara y su potencia. La eficacia permite evaluar que tan buena o mala es una determinada lámpara con respecto a la potencia que consume y el flujo que proporciona.

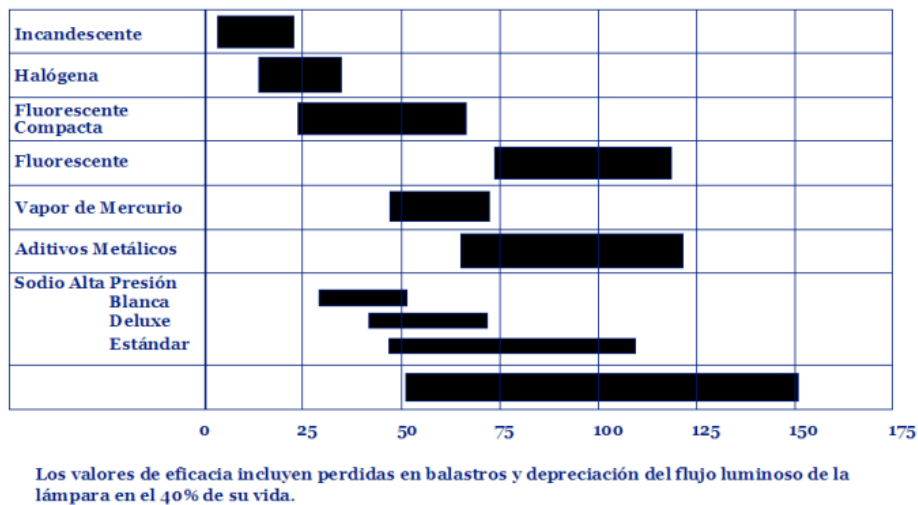


Figura 31. Eficacia para algunas fuentes luminosas.

Fuente: Villanueva. Sistemas de iluminación. 2018.

#### 8.3.3.8. Parpadeo de las lámparas (flicker)

El parpadeo de las lámparas generalmente está asociado a sistemas de iluminación fluorescente que operan a 60 Hz (con balastos electromagnéticos). A esta frecuencia la lámpara se prende y se apaga 120 veces por segundo. Este parpadeo aumenta la fatiga visual y produce una sensación de movimiento menor al real en los cuerpos en rotación. Junto con el parpadeo generalmente se presenta ruido emitido por los balastos. Con el empleo de balastos electrónicos se pueden resolver los problemas de parpadeo y vibraciones del balastro ya que operan a una frecuencia alta. La frecuencia de estos balastos está entre 25 y 40 kHz. (Villanueva, 2018).

## ANEXO nº 9. Análisis de costos

### 9.1. Costos de los materiales de producto

Tabla 24 *Costos de materiales del producto*

Cantidad	Nombre del material	Costo
01	Batería de 12V/7A	S/ 75.00
01	Panel solar 18V	S/ 60.00
01	Transformador 4A	S/ 90.00
01	Transformador 2A	S/ 45.00
02	Transistor mosfet	S/ 05.80
03	Foco LED 12Watts	S/ 45.00
04	Condensador	S/ 00.80
01	Integrado CD4047	S/ 04.00
05	Diodo	S/ 01.00
01	Puente rectificador	S/ 01.50
01	Potenciómetro	S/ 02.00
04	Resistencia	S/ 00.40
01	Voltímetro	S/ 05.00
<b>TOTAL</b>		<b>S/ 335.50</b>

### 9.2. Costo de desarrollo del producto

Tabla 25 *Costo de desarrollo del producto*

Descripción	Costo
Manufactura	S/ 500.00
Investigación	S/ 900.00
Pruebas de funcionamiento	S/ 240.00
Dispositivos electrónicos quemados	S/ 280.00
<b>TOTAL</b>	<b>S/ 1,920.00</b>

### 9.3.Costo de implementación del producto

Tabla 26 *Costo de implementación del producto*

Descripción	Costo
Electricista	S/ 85.00
Pasajes	S/ 230.00
Materiales para instalación	S/ 225.00
<b>TOTAL</b>	<b>S/ 540.00</b>

### 9.4.Costo total de la investigación

Tabla 27 *Costo total de la tesis*

Descripción	Costo
Materiales del producto	S/ 335.50
Desarrollo del producto	S/ 1,920.00
Implementación del producto	S/ 540.00
<b>TOTAL</b>	<b>S/ 2,795.50</b>

El costo total de la investigación, diseño, desarrollo e implementación de un generador eléctrico autosustentable para el sistema de iluminación de una familia de Cajamarca es:  
**2,795.50 Soles.**